

الكهرباء

العلوم الصناعية الخاصة

المستوى الثالث / للمرحلة الثانوية

الفرع الصناعي

2015-2014

إعداد: محمد نهاد عياصرة.

0777562575

(القاسي الثانوية)

	محركات التيار المتناوب أحادي الطور	الوحدة الأولى
3	تصنيف محركات التيار المتناوب	أولاً
4	مبدأ عمل المحركات أحادية الطور و مكوناتها	ثانياً
10	أنواع محركات التيار المتناوب أحادي الطور	ثالثاً
10	عكس اتجاه دوران المحركات الكهربائية أحادية الطور	رابعاً
19	القواعد الأساسية في عمليات لف المحركات الكهربائية أحادية الطور	خامساً
24	بيانات المحرك	سادساً
25	أعطال المحركات الكهربائية أحادية الطور ، وكيفيه إصلاحها	سابعاً
26	أسئلة مقترحه	
	محركات التيار المتناوب ثلاثي الطور	الوحدة الثانية
28	مبدأ عمل المحركات ثلاثية الطور و مكوناتها	أولاً
29	أنواع محركات التيار المتناوب ثلاثي الطور	ثانياً
35	تشغيل المحرك ثلاثي الطور بفولطية طور واحد	ثالثاً
36	طرائق توصيل المحركات ثلاثية الطور و كيفية عكس اتجاه دورانها	رابعاً
37	المحركات ثلاثية الطور ذات السرعتين	خامساً
39	القواعد الأساسية لعمليات إعادة لف المحرك ثلاثي الطور	سادساً
43	أعطال المحركات الكهربائية ثلاثية الطور	سابعاً
	آلات التيار المباشر	الوحدة الثالثة
46	مبدأ عمل آلة التيار المباشر و تركيبها	أولاً
48	القوة الدافعة الكهربائية و السرعة في آلات التيار المباشر	ثانياً
49	رد فعل المنتج	ثالثاً
49	أنواع محركات التيار المباشر	رابعاً
51	خواص محركات التيار المباشر	خامساً
53	مولدات التيار المباشر	سادساً
56	محركات الخطوة	سابعاً
58	طرائق بدء محركات التيار المباشر و إيقافها	ثامناً
60	طرائق تنظيم سرعة محركات التيار المباشر	تاسعاً
63	عكس دوران محركات التيار المباشر	عاشراً
64	المفاتيح في آلات التيار المباشر	الحادي عشر
65	أعطال آلات التيار المباشر	الثاني عشر
66	المحرك العام	الثالث عشر

الوحدة الأولى

محركات التيار المتردد أحادي الطور

Single-phase AC motors

2015-2014

Al-qabisi secondary school

Electric utilization

Level 3

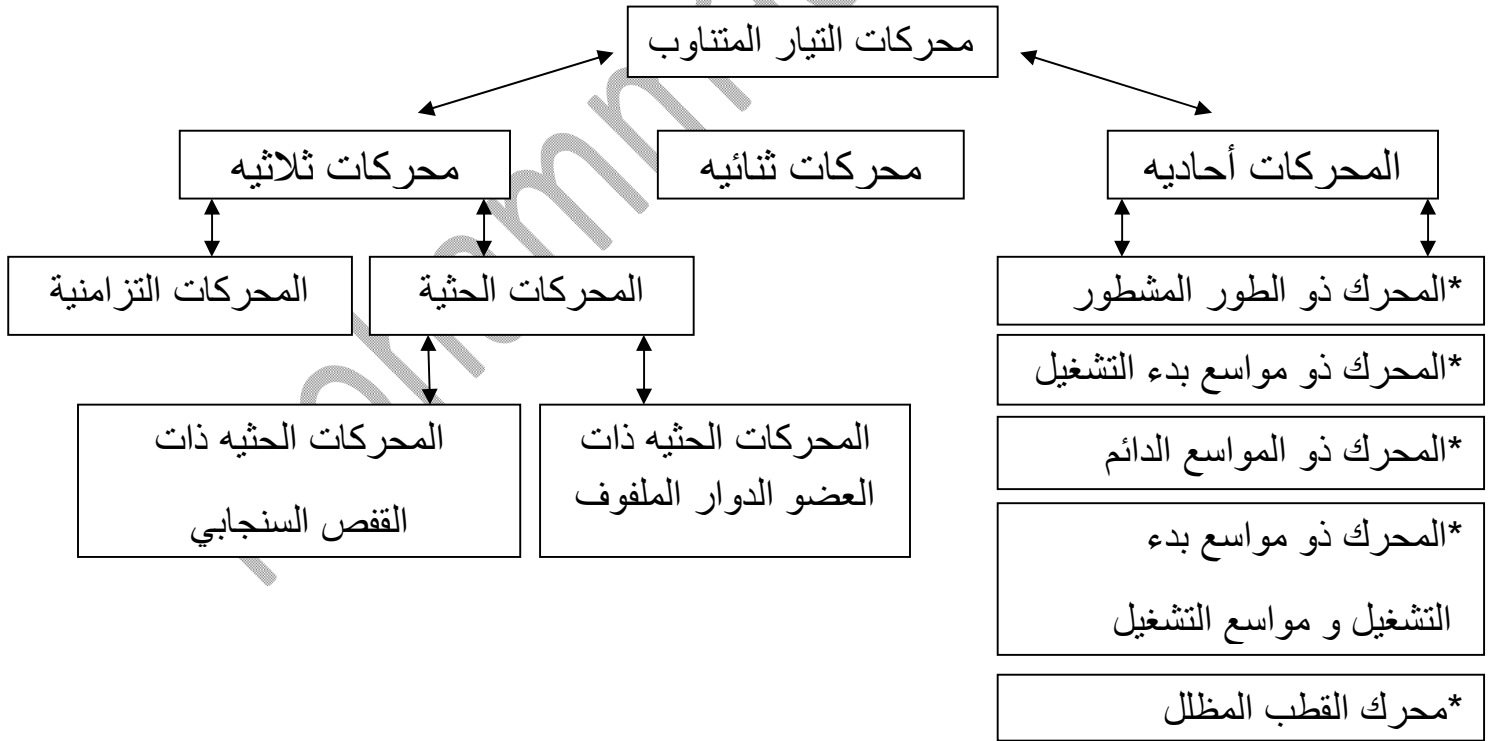
إعداد: محمد نهاد عياصره .

أولا : تصنيف المحركات أحاديه الطور

*تصنف المحركات الحثية حسب :

1. نوع التيار الذي تعمل به
2. عدد الأطوار
3. حسب الخواص التشغيلية لكل محرك

*تصنيف محركات التيار المتناوب :



ثانيا : مبدأ عمل المحركات الحثية أحادية الطور و مكوناتها

س : علل تعدد المحركات الحثية ذات الطور الواحد واسعة الانتشار في مختلف المجالات الصناعية؟

1- رخص ثمنها 2- سهولة تركيبها 3- متانتها

1: مبدأ عمل محركات التيار المتناوب أحادي الطور

مطلعه

(ص 12 + ص 13)

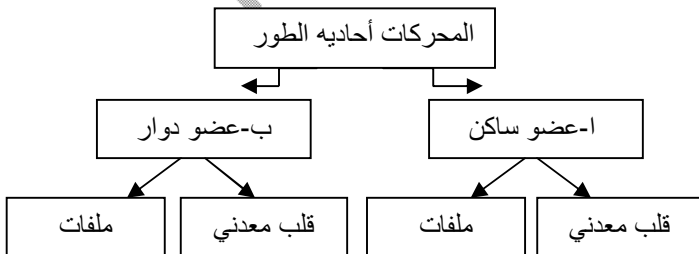
في الكتاب

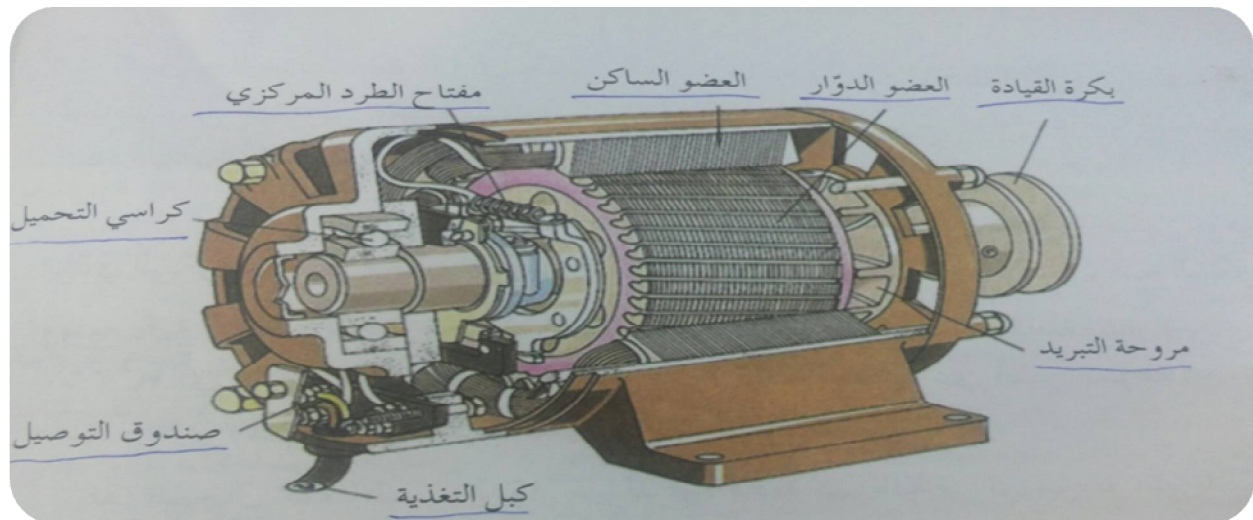
- عند مرور تيار كهربائي في ملفات العضو الساكن للمحرك أحادي الطور
- يتكون مجال مغناطيسي دوار في ملفات العضو الساكن
- عندها يتولد تيار حثي في ملفات العضو الدوار
- ينشأ مجال مغناطيسي في ملفات العضو الدوار نتيجة إن المجالين في نفس الاتجاه و نفس السرعة
- تنشأ حركة ميكانيكية في العضو الدوار بنفس اتجاه المجالين .

ملاحظه : لأزاحه في الطور بين ملفات التشغيل و ملفات بدء التشغيل _ 90 _ درجه.

تعريف : الثغرة الهوائية : هي المسافة الموجودة بين العضو الساكن و العضو الدوار.

2-مكونات المحركات الحثية أحادية الطور:





أ- العضو الساكن : هو العنصر الذي يولد المجال المغناطيسي الدوار للمحرك .
يتكون من :

1- القلب المعدني.

- يتم تشكيل القلب المعدني من رقائق فولاذية مطبقة بطبقة من الورنيش العازل لا يتجاوز سمكها (0.2-0.5) مم.

2- الهيكل الخارجي.

علل : الهيكل الخارجي جزء مهم من المحرك ؟

لأنه 1- يحدد درجة حماية المحرك من تأثير العوامل الخارجية .

2- يحتوي على فتحات تعمل على تبريد الملفات بواسطة الهواء المندفَع من خلالها .

ملفات تشغيل

ملفات بدء تشغيل

3- ملفات العضو الساكن

	تصنيف الملفات	تصنيف الأسلاك	(صيفي 2014)
ملفات التشغيل	ملفات رئيسيه	ملفوفة بسلك سميك	توجد في قاع مجاري العضو الساكن
ملفات بدء التشغيل	ملفات مساعده	الأسلاك بمساحه مقطع صغيره	توضع فوق ملفات التشغيل

ملاحظه : ملفات بدء التشغيل لها عدد لفات أكثر من ملفات التشغيل.

ب- العضو الدوار.

1- العضو الدوار ذو ملفات القفص السنجابي :

هو جسم اسطواني معدني ، مركب على قضيب معدني ، على شكل صفائح معزولة بالورنيش ، قابليتها لتمغنط عالية جدا.

أ- يحتوي ملفات القفص السنجابي .

ب- تتكون من قضبان النحاس أو الألمنيوم (سميكة موضوعة في مجاري القلب الحديدي).

ج- تلحم أطراف القضبان مع حلقه سميكة من المعدن نفسه.

عل

1- لإكمال ألداره الكهربائية .
2- زيادة تيار بدء التشغيل .

2- العضو الدوار الملفوف.

ج- أجزاء إضافية 1- كراسي المحور 2- مروحة التبريد

3- العلاقة بين أقطاب المحركات و سرعتها و تردد المصدر.

ملاحظات:

$$N = \frac{120 \times f}{p}$$

عدد الأقطاب يكون دائما زوجيا .

السرعة التزامنيه : هي سرعه المجال المغناطيسي الدوار .

السرعة تتناسب طرديا مع التردد ، و عكسيا مع الأقطاب.

n = السرعة التزاميه (دوره في الدقيقة) rpm

f = التردد Hz

p = عدد الأقطاب

محرك تيار متناوب سرعته (1800 rpm) وذو (4) أقطاب ، احسب :

1- تردد المصدر :

$$F = \frac{N * P}{120}$$

$$F = \frac{1800 * 4}{120} = 60 \text{ Hz}$$

2- إذا تم توصيل المحرك بمصدر تغذية تردده (50 Hz) ، فكم تكون السرعة .

$$n = \frac{120 * f}{p} = \frac{120 * 50}{4} = 1500 \text{ rpm}$$

4- الانزلاق :

سرعه الانزلاق : الفرق بين سرعة العضو الدوار و سرعه المجال المغناطيسي الدوار.

سرعه الانزلاق = السرعة التزامنيه - سرعه المحرك

تعتمد قيمه الانزلاق على حمل المحرك
 كلما Δ زاد الحمل Δ زاد العزم اللازم للدوران
 من ثم ∇ انخفضت السرعة و Δ ارتفع الانزلاق.

$$S = \frac{n - nr}{n} * 100 \%$$

n = السرعة التزامنيه.

nr = سرعه العضو الدوار.

مثال (2-1)

محرك حتي له 8 أقطاب ، يغذى بفولطية تردددها (50) ،
 سرعته على الحمل الكامل (720) ، أحسب الانزلاق ؟

$$n = \frac{120 * f}{p} = \frac{120 * 50}{8} = 720 \text{ rpm}$$

$$S = \frac{n - nr}{n} * 100\% = \frac{750 - 720}{750} * 100\% = 4\%$$

محرك حتي تردده (50)، و عدد أقطابه (6) ، و سرعته
(950) على الحمل الكامل :

أ- احسب الانزلاق .

$$n = \frac{120 * f}{p}$$

$$n = \frac{120 * 50}{6} = 1000 \text{ rpm}$$

$$S = \frac{n - nr}{n} * 100\%$$

$$S = \frac{1000 - 950}{1000} * 100\% = 0.05$$

ب- سرعه الانزلاق

سرعه الانزلاق = السرعة التزامنيه - سرعه المحرك

$$50 = 950 - 1000 = \text{سرعه الانزلاق}$$

ثالثا : أنواع محركات التيار المتناوب أحادي الطور

س: أذكر أنواع المحركات أحادية الطور حسب طريقة بدء التشغيل

- محرك الطور المشطور .
- محرك ذي مواسع دائم .
- محرك ذي مواسع بدء التشغيل.
- محرك ذي مواسع بدء التشغيل و مواسع التشغيل .
- محرك ذي القطب المضلل .

1- محرك الطور المشطور :

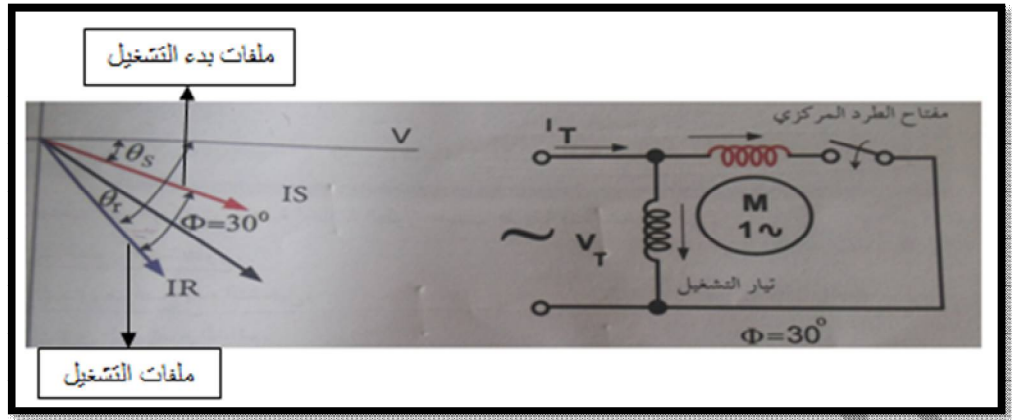
مقطع السلك	المقاومة إلى الممانعة الحثية
ملفات التشغيل	أسلاك ذات مقطع كبير عادة
ملفات بدء التشغيل	أسلاك ذات مقطع صغير عادة

- يتأخر تيار التشغيل و بدء التشغيل عن فولطيه المصدر.
- تكون زاوية فرق الطور بين ملفات التشغيل و بدء التشغيل = 30 درجة.
- سبب تكون زاوية فرق الطور هو اختلاف الممانعة الحثية لكل من ملفات بدء التشغيل و ملفات التشغيل .

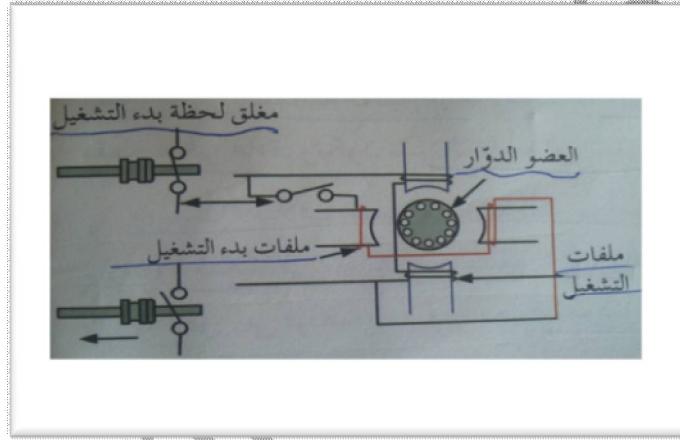
س : ما وظيفة مفتاح الطرد المركزي في محرك الطور المشطور ، وكيف يتم وصل مفتاح الطرد المركزي ؟ (صيفي 2014)

وظيفته : فصل ملفات بدء التشغيل عن المصدر عند وصول سرعه دوران المحرك إلى 75% من السرعة الاسمية للمحرك.

يوصل مفتاح الطرد المركزي على التوالي مع ملفات بدء التشغيل .



وضح بالرسم كيفية عمل مفتاح الطرد المركزي:



علل : توصل أحيانا مقاومه على التوالي مع ملفات بدء التشغيل : (صيفي 2014)

- 1- الحد من تيار البدء المسحوب .
 - 2- زيادة زاوية الطور بين تيارى بدء التشغيل و التشغيل .
- عزم البدء لمحرك الطور المشطور ما بين (125-150%) من عزم المحرك عندما يكون الحمل كاملا .

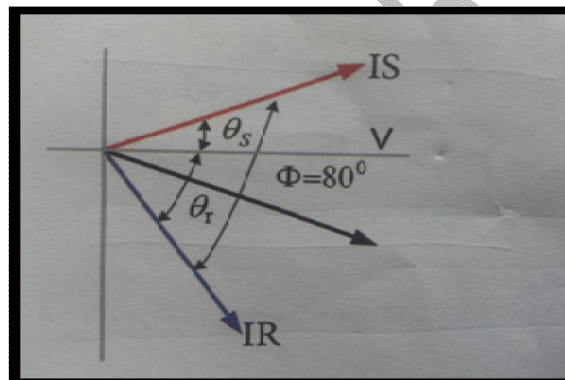
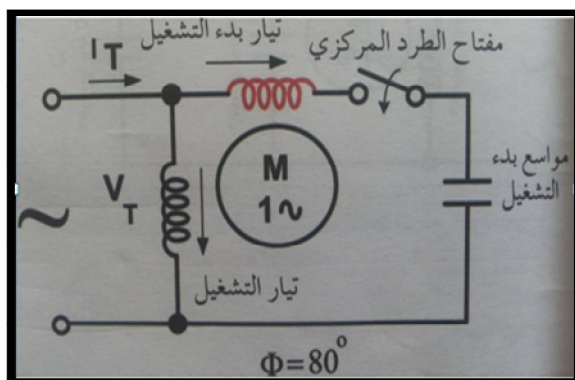
2- المحرك ذو مواسع بدء التشغيل :

- يشبه محرك الطور المشطور .
- مع إضافة مواسع بدء التشغيل .

س: ما وظيفة مفتاح الطرد المركزي في المحرك ذو مواسع بدء التشغيل ؟ وكيف يتم وصل مواسع بدء التشغيل مع ملفات المحرك؟ (شتوي 2014)

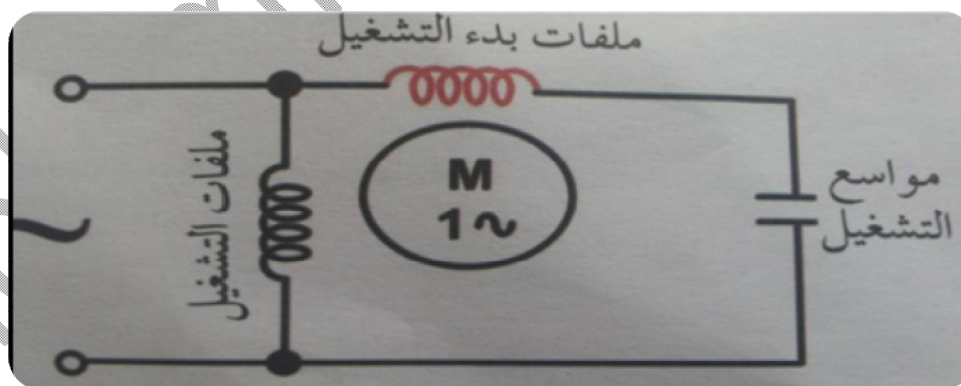
فصل ملفات بدء التشغيل و المواسع عند وصول المحرك إلى 75% من السرعة الاسمية للمحرك ، يوصل على التوالي مع ملفات بدء التشغيل .

- عزم البدء (300-400%) من عزم المحرك عندما يكون الحمل كاملاً
- فرق الطور (80) درجة .



3- المحرك ذو المواسع الدائم :

- يشبه تركيب المحرك ذي مواسع بدء التشغيل، لكن من غير وجود مفتاح طرد مركزي.
- عزم بدء منخفض يصل إلى (95%) .
- عامل قدره (0.95-0.95) .
- فاعليه عاليه 80% .



- 4- المحرك ذو مواسع بدء التشغيل و مواسع التشغيل :
- وجود مواسعين ، احدهما مواسع دائم ، والآخر مواسع بدء تشغيل.
 - يوصل مواسع بدء التشغيل على التوالي مع مفتاح الطرد المركزي.
 - السعة المكافئة للمواسعين = حاصل جمع سعتهما .
 - عزم بدء (195%).



5- المحرك ذو القطب المضلل :

- يمتاز ببساطة التركيب .
- يتكون من :

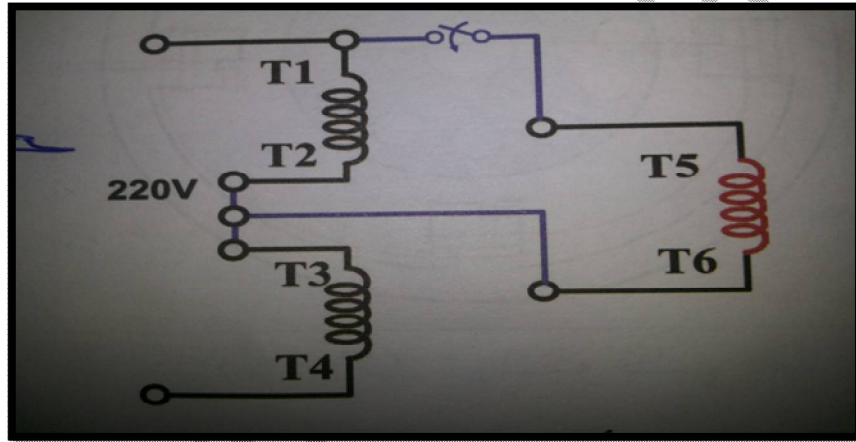
- 1- عضو دوار ذي قفص سنجاب
 - 2- عضو ساكن
 - 3- مجموعه واحده من الملفات (ملفات تشغيل) 4- أقطاب تظليل (حلقات نحاسية).
- س: على ماذا يعتمد مبدأ عمل المحرك ذي القطب المضلل ؟ وكيف يتم عكس اتجاه دورانه ؟
(شتوي 2014)

يعتمد عمل المحرك ذي القطب المضلل على توليد تيار حثي في الحلقة النحاسية يكون معاكسا للمجال المغناطيسي الرئيس حسب - قانون لنز - .
يتم قلب العضو الساكن بالنسبة إلى العضو الدوار، بحيث يتغير وضع الحلقات النحاسية عن الوضع الأول .
ملاحظه : يكون التدفق المغناطيسي خلال الحلقة النحاسية اكبر ما يمكن عند انخفاض التيار المتناوب الذي يسري في الملفات الرئيسية ، وهذا يؤدي إلى إنتاج مجال مغناطيسي يشبه المجال المغناطيسي الدوار لمروحه بمركز الحلقة و في مركز القطب الرئيس .

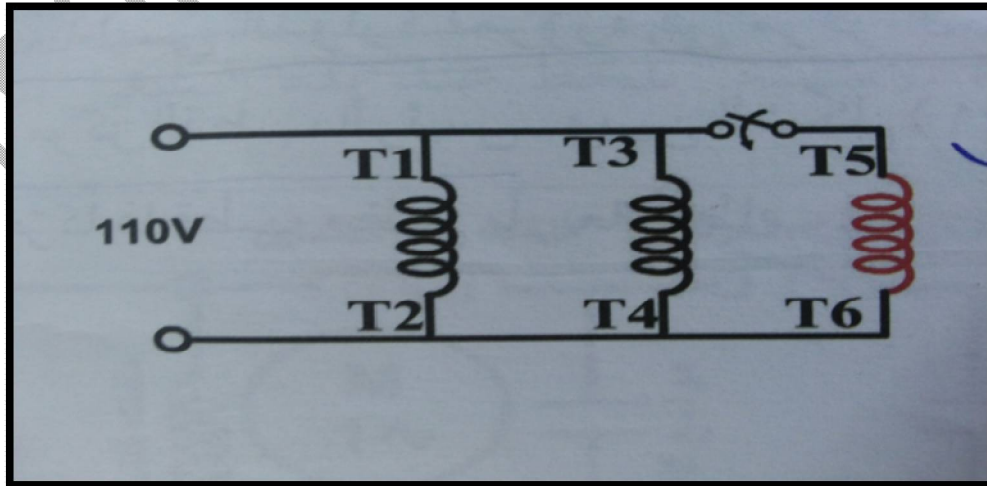
6- محرك الطور المشطور ذو فولطيتين :

- يحتوي هذا المحرك على وحده ملفات تشغيل تنقسم إلى قسمين من الملفات.
- وعلى وحده ملف بدء تشغيل .
- لتشغيل المحرك على فولطيه عاليه (220) نقوم بتوصيل وحدتي التشغيل معا على التوالي ، و توصل وحده بدء التشغيل على التوازي مع احد ملفات التشغيل .

س: وضح بالرسم كيفيه توصيل الملفات للحصول الفولطيه العاليه (220)
في محرك الطور المشطور ذو الفولطيتين :



س: وضح بالرسم كيفيه توصيل الملفات للحصول الفولطيه المنخفضة (110)
في محرك الطور المشطور ذو الفولطيتين :



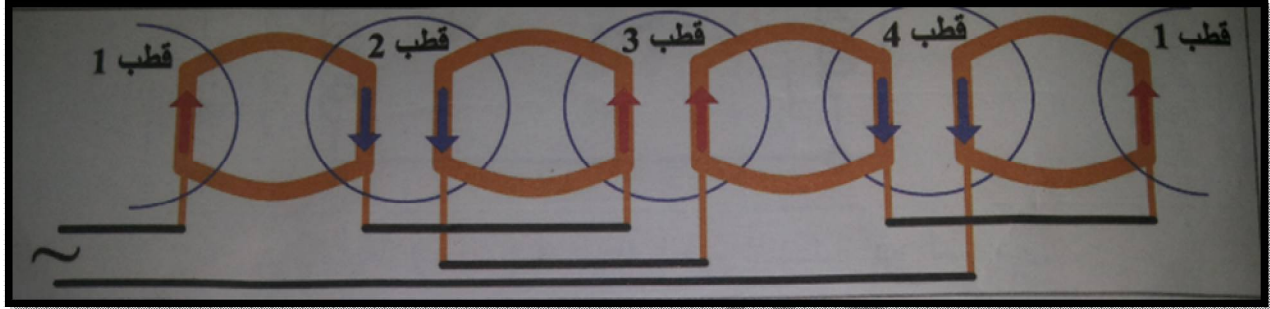
7- محرك الطور المشطور متعدد السرعات :

- تنقسم محركات الطور المشطور ثنائيه السرعة إلى نوعين هما :

أ- محرك يتكون من وحدة ملفات تشغيل و وحده ملفات بدء تشغيل :

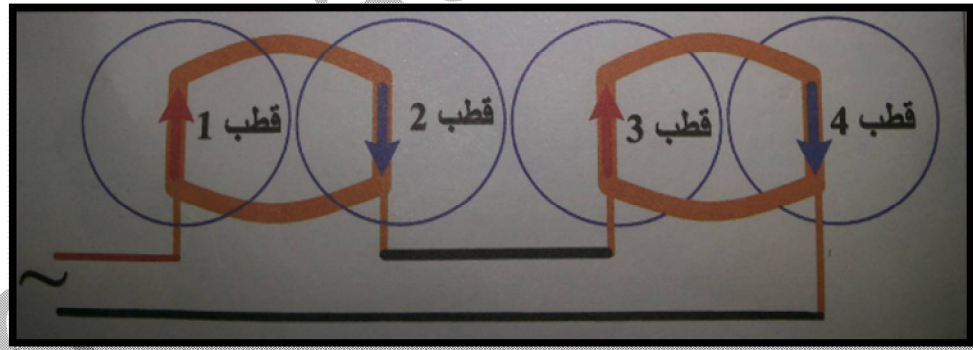
- عند توصيل (نهاية بنهاية _ بداية ببداية) نحصل على تتابع أقطاب :

عدد المجموعات = عدد الأقطاب



- عند توصيل (بداية بنهاية)

عدد المجموعات = $1/2$ عدد الأقطاب



- هذه الطريقة مناسبة عندما نحتاج إلى عزم بدء عالٍ مع تغيير السرعة .

- من عيوبها حصول تغير كبير في السرعة بين الوحدتين (قد لا يناسب هذا بعض الأحمال)

ب- محرك يتكون من وحدتين ملفات تشغيل ، و وحدتين ملفات بدء تشغيل :

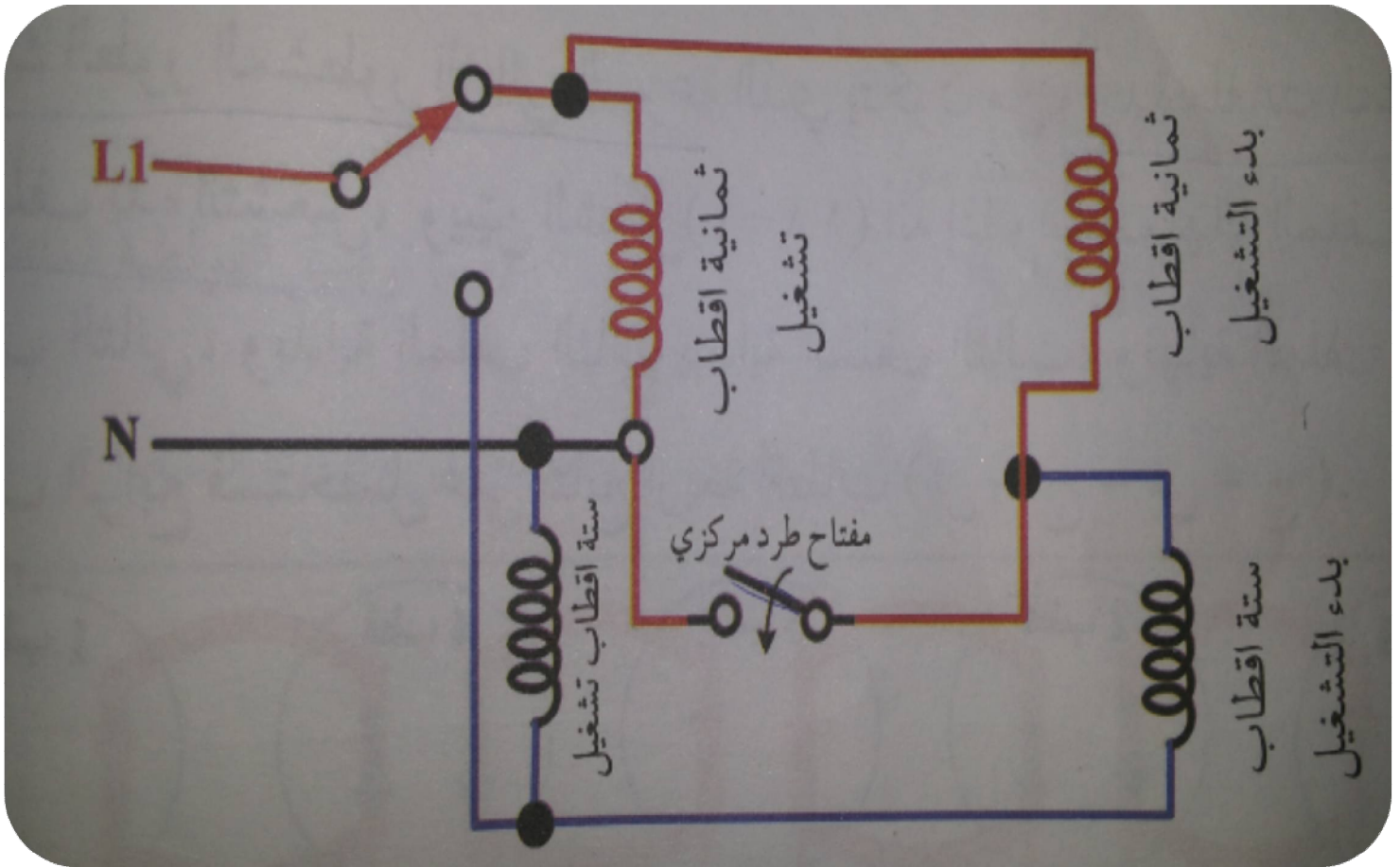
- طريقة تغيير السرعة في هذا المحرك :

تغيير عدد أقطاب العضو الساكن ، بحيث يكون كل من ملفات بدء التشغيل

و ملفات التشغيل مكوناً من وحدتين ، لإحداهما ستة أقطاب ، و للأخرى ثمانية .

- يتم تبديلها بواسطة مفتاح تغيير السرعة بتغيير توصيل الأطراف الخارجية للمحرك .

س: وضح بالرسم كيفية توصيل محرك الطور المشطور ذو السرعتين ؟



ثالثاً : عكس اتجاه دوران المحركات الكهربائية أحادية الطور

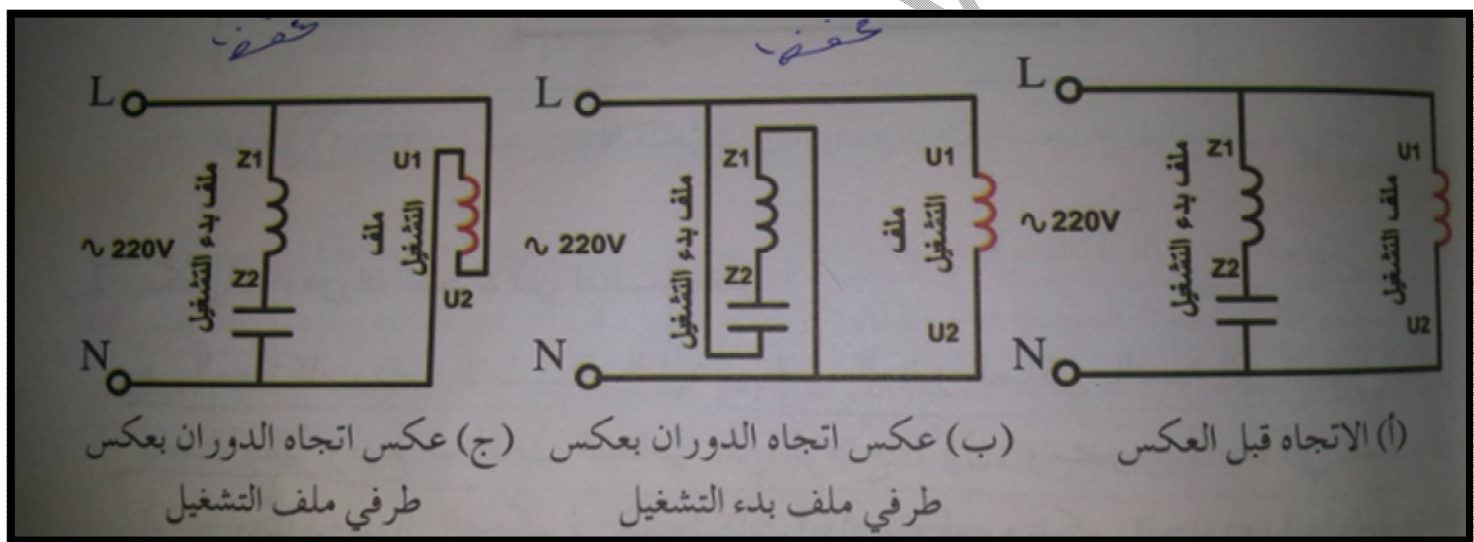
يمكن عكس اتجاه دوران المحركات الكهربائية أحادية الطور كما يأتي :

1- عكس اتجاه دوران المحرك ذي المواسع الدائم :

س: كيف يتم عكس اتجاه المحرك ذي المواسع الدائم ؟

يتم عكس اتجاه دوران المحرك ذي المواسع الدائم عن طريق تبديل نهايتي ملف التشغيل ، أو تبديل نهايتي ملف بدء التشغيل ، يتم ذلك يدوياً أو باستخدام مفتاح مغناطيسي .

س: وضح بالرسم كيفية عكس اتجاه دوران المحرك ذو المواسع الدائم ؟



2- عكس اتجاه دوران المحرك ذي الطور المشطور : (صيفي 2014)

يتم عكس اتجاه دوران المحرك ذي الطور المشطور عن طريق تبديل نهايتي ملف التشغيل ، أو تبديل نهايتي ملف بدء التشغيل ، يتم ذلك يدوياً أو باستخدام مفتاح مغناطيسي .

3- عكس اتجاه دوران المحرك ذي القطب المظلل : (شتوي 2014)

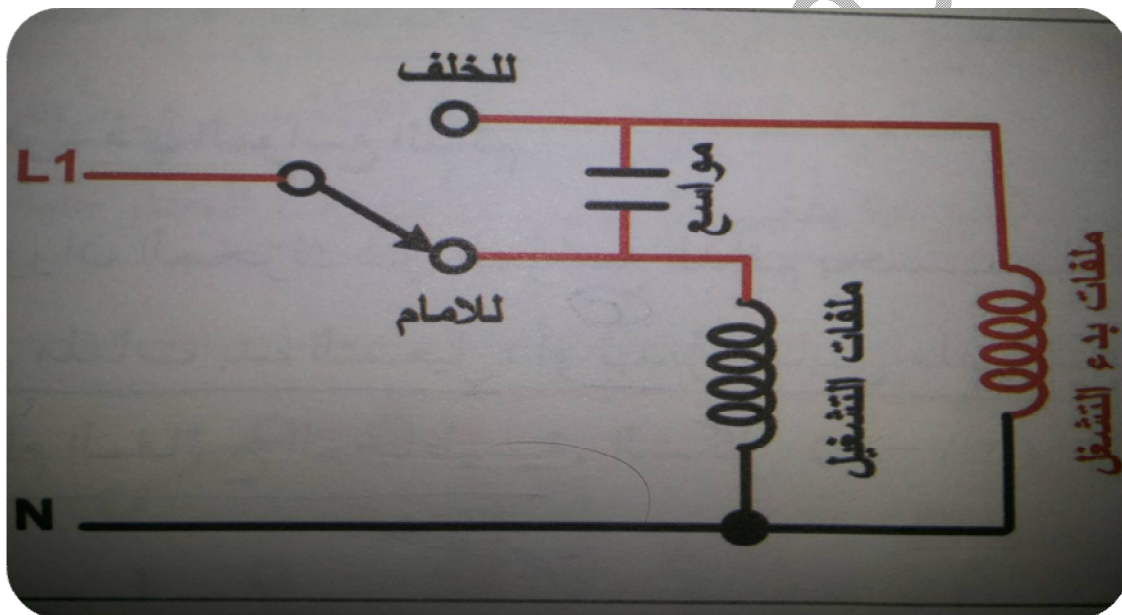
يتم عكس اتجاه دوران المحرك ذي القطب المظلل عن طريق قلب العضو الساكن بالنسبة إلى العضو الدوار، بحيث يتغير وضع الحلقات النحاسية عن الوضع الأول.

4- عكس اتجاه دوران المحرك ذو مواسع التشغيل مفرد الفولطية :

- يتم عكس اتجاه الدوران في هذا النوع من المحركات باستخدام مفتاح كهربائي يشبه في عمله المفتاح التبادلي ، الذي يعمل على تبديل المواسع مع المجموعه الأولى أو المجموعه الثانية .

- تكون لمفات التشغيل و ملفات بدء التشغيل الموصفات نفسها من حيث القطر و عدد اللفات و خطوة اللف .

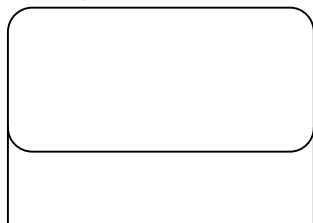
س: وضح بالرسم كيفية عكس دوران المحرك ذي مواسع التشغيل المفرد الفولطيه (ذي المواسع الدائم) باستخدام مفتاح كهربائي ؟



خامساً : القواعد الأساسية لعمليات لف محركات التيار المتناوب أحادي الطور

أ- المصطلحات الأساسية للآلات التيار المتناوب :

1- الملف: هو مجموعه من لفات السلك المعزول بطبقة من الورنيش تلف في اتجاه واحد. (شتوي 2014)



- يكون للملف الواحد جنبان يوضع كل منهما في مجرى .

2- المجموعة : هي مجموعة من الملفات توصل معاً بالتوالي ، بحيث يكون اتجاه التيار واحداً في جميع ملفات المجموعة ، تتكون المجموعة من ملف واحد أو أكثر من ذلك. (شتوي 2014)

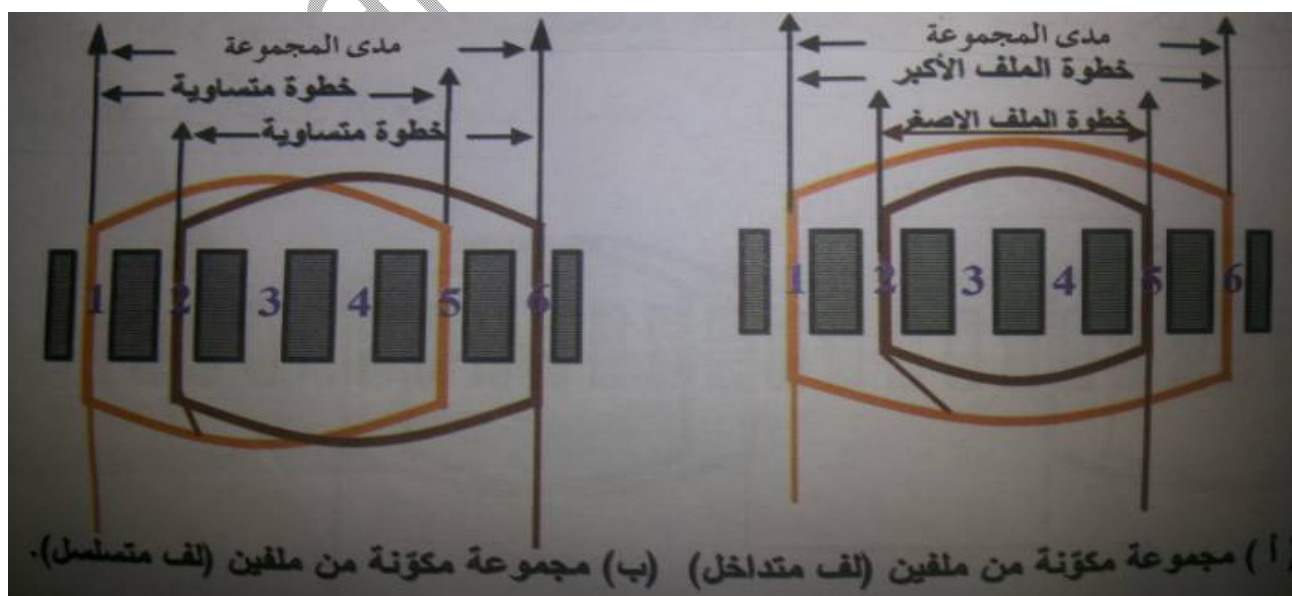
- توصل المجموعة بطريقتين :

أ: على نحو متداخل (تكون ملفات المجموعة بداخل بعضها) .

ب: على نحو متسلسل (تكون ملفات المجموعة متساوية بخطوة اللف) .

3- مدى المجموعة : هي المسافة بين بداية المجموعة ونهايتها .

4- الخطوة القطبية: هي عدد المجاري في المحرك التي يتشكل منها القطب .



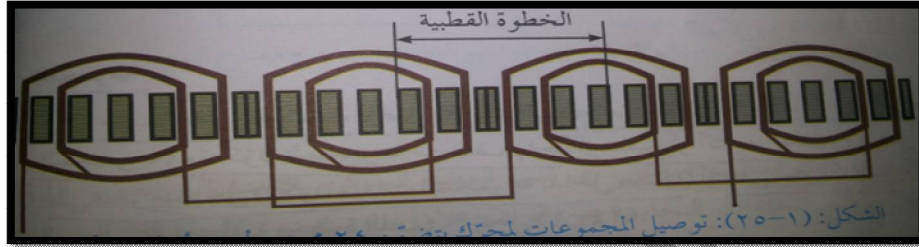
ب- القواعد الأساسية لآلات التيار المتناوب :

5- توصيل المجموعات :

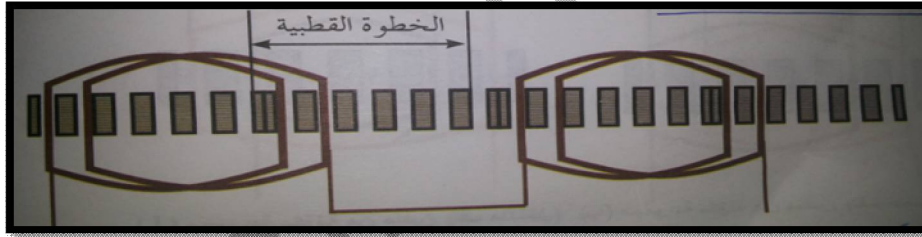
- يتم توصيل المجموعات كما يأتي :

أ_ توصيل التوالي :

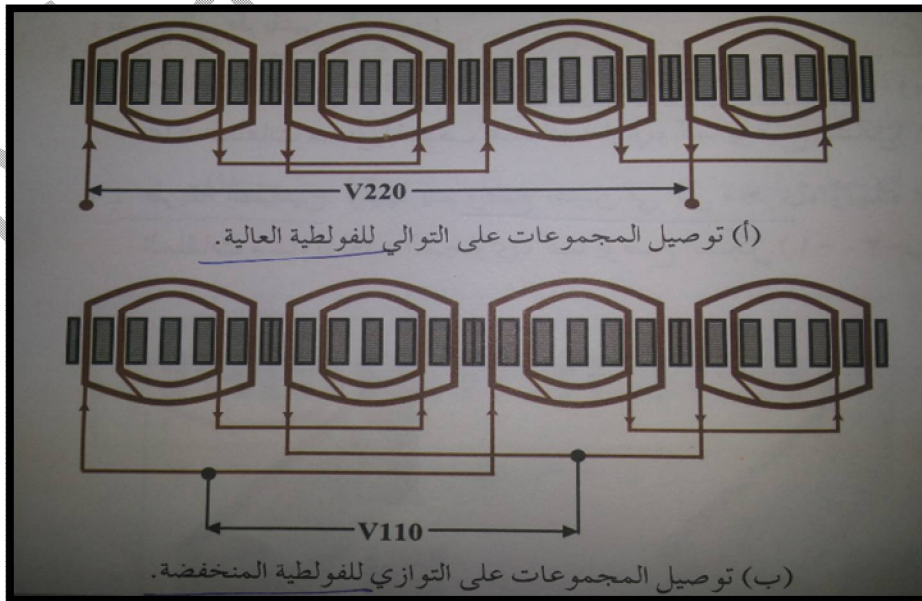
1- نهاية بنهاية ، بداية ببداية : عدد المجموعات = عدد الأقطاب



2- بداية بنهاية ، ونهاية ببداية : عدد المجموعات = نصف عدد الأقطاب



ب- توصيل التوازي : يستخدم توصيل التوازي للفلولطيتين المختلفتين .



ج : نوعيه الملف :

- تعريف مهم : هي عدد الملفات التي توضع في كل مجرى من مجاري المحرك.(صيفي 2014)

- تقسم إلى طريقتين رئيسيتين :

1- الطبقة الواحدة : يتم فيها وضع جنب واحد في المجرى (عدد الملفات = $\frac{1}{2}$ عدد المجاري).

2- الطبقتين : يتم فيها وضع جنبين في كل مجرى (عدد الملفات = عدد المجاري) .

د : خطوة الملف :

تعريف مهم : هي المسافة بين بداية الجنب الأول للملف و الجنب الثاني له .(صيفي 2014)

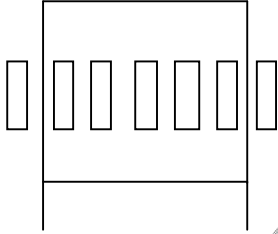
- تحسب خطوة الملف بطرائق عدة منها :

1- الملف بالخطوة الكاملة

$$\frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الاقطاب}} = \text{الخطوة القطبية}$$

محرك له 24 مجرى و عدد أقطابه 4 اوجد خطوه الملف :

$$\text{خطو الملف} = \frac{24}{4} = 6 \quad \text{إي إن خطوه الملف} = 6-1$$



2- الملف بالخطوة الكسرية

- تستخدم هذه الطريقة عندما يكون عدد الملفات / مجموعة (كسرياً)

- خطوه الملف للمجموعة الأولى = الخطوة القطبية + 1

- خطوه الملف للمجموعة الثانية = الخطوة القطبية - 1

للتوضيح خطوة الملف القطبية = 9 , عدد ملفات المجموعة الأولى = $1+9 = 10$,

عدد ملفات المجموعة الثانية = $9 - 1 = 8$,

ه - توزيع ملفات المحرك أحادي الطور :

- تتكون ملفات المحرك أحادي الطور من نوعين من الملفات هما :

ملفات التشغيل	ملفات رئيسة	تشغل 3/2 عدد المجاري للمحرك غالبا	مساحة مقطع اكبر	عدد لفات اقل غالبا	U1 ، U2
ملفات بدء التشغيل	ملفات مساعدة	تشغل 3/1 عدد المجاري للمحرك غالبا	مساحة مقطع اصغر	عدد لفات أكثر غالبا	Z1 ، Z2

مثال (3-1) ص 35

- عند رسم المحركات أحادية الطور يلزم المعلومات التالية :

1- طريقة الرسم (انفرادي ، دائري) في هذا المحرك انفرادي .

2- عدد الأطوار = 1 (لان المحرك أحادي الطور) .

3- عدد الأقطاب = 2 (القطب هو المجموعة) .

4- عدد المجاري = 24

5- نوع اللف (متداخل ، متسلسل) في هذا المحرك متداخل .

6- عدد الملفات الكلية = 12 ملفاً

7- عدد ملفات التشغيل = 3/2 الملفات الكلية (في حال انه لم يعطي هذه المعلومة نستنتج أن عدد ملفات التشغيل = 3/2 الملفات الكلية)

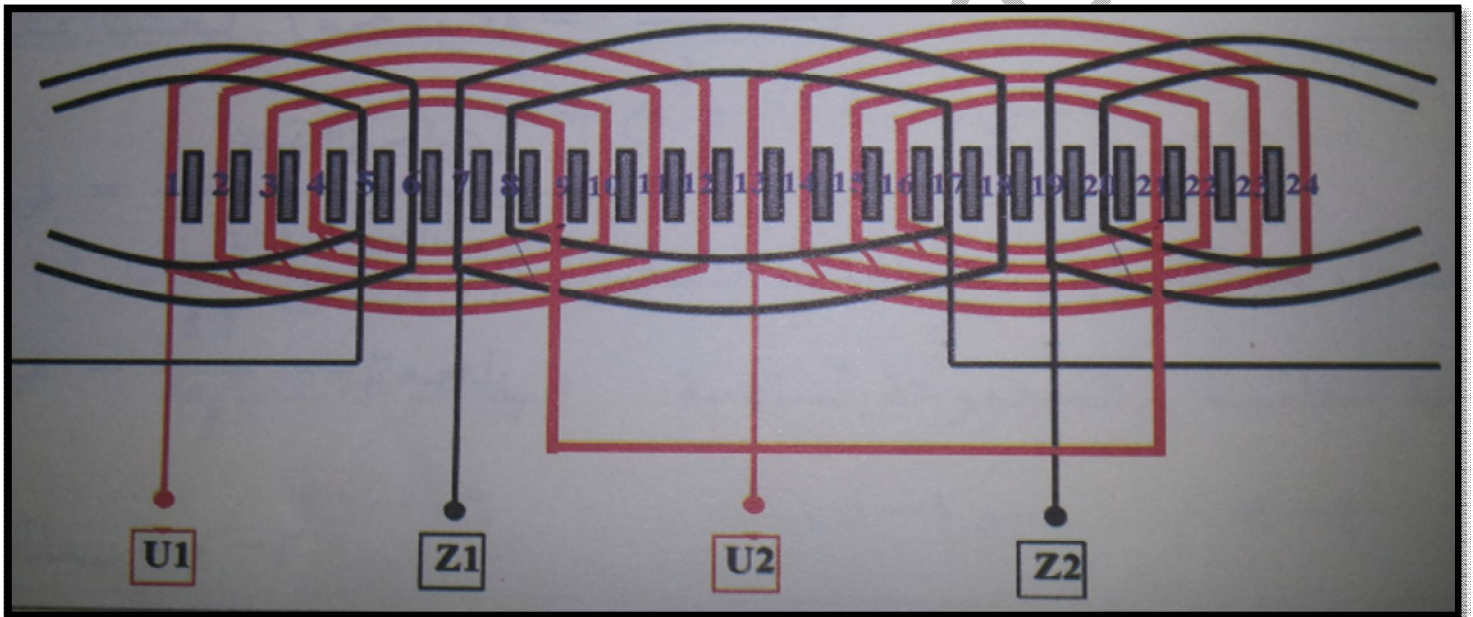
1	عدد ملفات التشغيل الكلية	2/3 من الملفات الكلية	$8 = 12 \times 3/2$
2	عدد ملفات بدء التشغيل الكلية	1/3 من الملفات الكلية	$4 = 12 \times 3/1$
3	عدد ملفات التشغيل / مجموعة أو قطب	عدد ملفات التشغيل / على عدد الأقطاب	$4 = 2/8$
4	عدد ملفات بدء التشغيل / مجموعة أو قطب	عدد ملفات بدء التشغيل / على عدد الأقطاب	$2 = 2/4$
5	الخطوة القطبية (خطوه اللف)	عدد المجاري / على عدد الأقطاب	$12 = 2/24$
6	تحديد المسافة بين بداية ملفات التشغيل و بداية ملفات بدء التشغيل	الزاوية الكهربائية للمجرى = عدد الأقطاب * 180 عدد المجاري	$15 = \frac{180 \times 2}{24}$
		المسافة = $\frac{90}{\text{الزاوية الكهربائية}}$	$6 = 15/90$ $Z1 = 6 + 1 = 7$

المجموعة الأولى	المجموعة الثانية
12-1	24-13
11-2	23-14
10-3	22-15
9-4	21-16

- توزيع ملفات التشغيل :

المجموعة الأولى	المجموعة الثانية
18-7	6-19
17-8	5-20


- توزيع ملفات البدء :



سادساً : بيانات المحرك

- س : اذكر أربعة من البيانات التي تجدها على اللوحة الاسمية لمحرك أحادي الطور

البيانات	الوحدة	
1	الفولطية الاسمية	V (110-220) تيار متناوب
2	عدد الأطوار	طور واحد ، ثلاثة أطوار
3	سرعة المحرك	بوحدرة (RPM)
4	قدرة المحرك	الكيلو واط أو الحصان (HP) الميكانيكي
5	تيار الحمل للمحرك	الأمبير
6	سعة المواسع	الميكروفارد
7	فترات العمل	-----
8	نوعية العزل	IP
9	معامل ألقدره	COSφ
10	معلومات تصميمية	-----

PUMP CPM 100X			n. B
Q 10 ÷ 60 l/min	H 15 ÷ 7 m		
H max 16 m	H min 7 m		
V 220 ÷ 230 ~	Hz 50	2900 min ⁻¹	
kW 0.25	HP 0.33	1.9 A	350 Wmax
C 10 μF	VL 450 V	I.C.I. F	IP 44
Continuous duty		Thermally Protected	4095/A

سابعاً : أعطال المحركات الكهربائية أحادية الطور ، وكيفية إصلاحها

- تنقسم أعطال الحركات أحادية الطور إلى :

- 1- أعطال كهربائية : هي الأعطال التي تمنع أو تعيق سريان التيار الكهربائي من المصدر إلى ملفات المحرك
- 2- الأعطال الميكانيكية : هي الأعطال التي تتعلق بالعناصر المختلفة المرتبطة بحركة المحرك (التي ليس لها علاقة بسريان التيار الكهربائي من المصدر إلى المحرك).

ارتفاع صوت المحرك أثناء العمل .	ارتفاع درجة حرارة المحرك	المحرك يدور أبطأ من سرعته	المحرك يعجز عن الحركة
<ul style="list-style-type: none"> • قصر في الملفات • توصيل خطأ بين المجموعات . • تفكك في قضبان العضو الدوار . • تآكل كراسي المحور . • تآكل مفتاح الطرد المركزي . • وجود مواد غريبة في المحرك . 	<ul style="list-style-type: none"> • وجود قصر في ملفات المحرك . • تماس ملفات المحرك مع الأرض . • دائرة قصر بين ملفات بدء التشغيل وملفات التشغيل . • وجود تآكل في كراسي المحور . • زيادة الحمل . 	<ul style="list-style-type: none"> • قصر في ملفات التشغيل • بقاء ملفات بدء التشغيل في الدارة . • أقطاب ملفات التشغيل معكوسة . • أقطاب ملفات بدء التشغيل معكوسة . • تآكل كراسي المحور . • تفكك في قضبان العضو الدوار . 	<ul style="list-style-type: none"> • عدم وصول التغذية المناسبة من المصدر ، أو تلف مصهر الحماية . • تلف مواسع بدء التشغيل . • تعطل مفتاح الطرد المركزي . • تآكل كراسي المحور . • دائرة ملفات التشغيل مفتوحة . • دائرة ملفات بدء التشغيل مفتوحة . • وجود تماس أرضي بالملفات . • ملفات المحرك محترقة . • أنحناء في عمود المحور . • التحميل الزائد للمحرك • عدم أحكام تثبيت الغطائين الجانبين

أسئلة مقترحة

س1: قارن بين ملفات التشغيل و ملفات بدء التشغيل من حيث:

1- قطر السلك 2- عدد الملفات

س2: ما هي مكونات العضو الساكن في المحركات أحادية الطور ؟

س3: ما هي العلاقة بين قيمة الحمل و الانزلاق و السرعة و العزم في المحركات أحادية الطور؟

س4: محرك تيار متناوب سرعته على الحمل الكامل 3000 و يحتوي على قطبين أحسب:

1- التردد . 2- إذا وصل المحرك بمصدر كهربائي تردده 60 فجد السرعة .

س5: ما المقصود بالانزلاق . وعلى ماذا يعتمد ؟

س6: فسر:

1- توصل مقاومه على التوالي أحيانا مع ملفات بدء التشغيل .

2- يوصل مفتاح الطرد المركزي و المواسع على التوالي مع ملفات بدء التشغيل .

س7: أرسم محرك أحادي الطور ذو مواسعين ؟

س8: وضح بالرسم كيفية عكس اتجاه دوران محرك ذي مواسع دائم ؟

س9: أرسم رسماً انفرادياً لمحرك احدي الطور :

1- عدد الأقطاب = 2.

2- عدد المجاري = 24.

3- نوع اللف = متداخل .

4- ملفوف بطبقه واحده .

س10: محرك حتي تردده 50 و عدد أقطابه 6 وسرعته على الحمل الكامل = 950 . أحسب:

1- الانزلاق . 2- سرعه الانزلاق.

س11: اذكر خمسة من المعلومات الرئيسية الموجودة على اللوحة الاسمية لمحرك أحادي الطور؟

الوحدة الثانية

محركات التيار المتناوب ثلاثي الطور

Three – phase AC motors
Al-qabisi secondary school
Electric utilization

Level 3

2014-2015

إعداد : محمد نهاد عياصره

أولاً : مبدأ عمل المحركات ثلاثية الطور ومكوناتها

1- مبدأ عمل محركات التيار المتناوب :

- عند مرور تيار كهربائي في ملفات العضو الساكن للمحرك ثلاثي الطور
- يتكون مجال مغناطيسي دوار في ملفات العضو الساكن
- عندها يتولد تيار حثي في ملفات العضو الدوار
- ينشأ مجال مغناطيسي في ملفات العضو الدوار نتيجة إن المجالين في نفس الاتجاه و نفس السرعة
- تنشأ حركة ميكانيكية في العضو الدوار بنفس اتجاه المجالين .
- ملاحظه مهمة : الأزاحه الطورية بين كل طور و الآخر تساوي 120 درجة.

مطالعة ص 85
في الكتاب

2- مكونات محركات التيار المتناوب ثلاثي الطور :

أ- العضو الساكن : أجزاء العضو الساكن :

- 1- الهيكل الخارجي : هو جسم المحرك ، يصنع من الفولاذ ، يحتوي على فتحات تهويه ، يثبت عليه القلب المعدني للعضو الساكن .

2- القلب المعدني :

- يحتوي القلب المعدني على مجارٍ مكونه من مجموعة من صفائح معدنية معزولة تعمل على:
- 1- تقليل المفاقيد الهستيرية (تودي المفاقيد الهستيرية إلى فقدان جزء من الطاقة على شكل حرارة).
- 2- تقليل مفاقيد التيارات الدواميه.

3- الملفات :

- يحتوي العضو الساكن على ثلاثة ملفات متماثلة موزعه توزيعاً منتظماً في مجاري المحرك:
- من اجل ضمان عمل متوازن للمحرك .
- يكون كل طور منها مزاحاً عن الآخر 120 درجة كهربائية .
- خطوة اللف : هي البعد بين طرفي اللفة الواحدة في الملف الواحد .

ب- العضو الدوار : هو الجزء المتحرك في المحرك ثلاثي الطور . يتكون من :

1- العضو الدوار ذو ملفات القفص السنجابي :

- هو جسم اسطواني معدني على شكل صفائح من الحديد المغناطيسي قابليتها لتمغنت عالية جداً ، تعزل هذه الصفائح عن بعضها بالورنيش .

- يحوي هذا العضو ملفات القفص السنجابي التي تتكون من عدد من قضبان النحاس السمكية أو من الألمنيوم الموضوعة في مجار القلب الحديدي .

- تلحم أطراف القضبان بحلقة سمكية من المعدن نفسه:

1- لإكمال الدارة الكهربائية.

2- زيادة تيار بدء التشغيل .

ثانياً : أنواع محركات التيار المتناوب ثلاثي الطور

يمكن تصنيف المحركات ثلاثية الطور إلى :

أ – المحركات الحثية :

- سرعة العضو الدوار في هذا المحرك أقل من سرعة المجال المغناطيسي الدوار.

- تتم تغذية العضو الدوار بالحث و ليس من مصدر خارجي .

ب- المحركات التزامنية :

- يكون المحرك التزامني بحجم كبير و قدرات عالية تزيد على 200 كيلو واط .

(يستخدم في الأماكن التي تتطلب إقلاعاً متكرراً) .

- يعمل هذا المحرك بالسرعة التزامنية (أي بسرعة ثابتة مع ثبات تردد المصدر، بانزلاق = 0)

أ – المحركات الحثية :

- تصنف المحركات الحثية حسب العضو الدوار إلى :

1- المحرك الحثي ذي ملفات القفص السنجابي .

2- المحرك الحثي ذي العضو الملفوف .

1- المحرك الحثي ذي ملفات القفص السنجابي :

- يتكون من :

أ- العضو الساكن :

- يحتوي على ثلاث مجموعات من الملفات مزاحة عن بعضها 120 درجة، توصل أطرافها على شكل نجمة أو مثلث .

ب- العضو الدوار :

- يتكون من جسم أسطواني مصنوع من رقائق الحديد ، يحتوي على مجارٍ توضع بداخلها قضبان من النحاس أو الألمنيوم .

- تقصر أطرافها من كل ناحية بحلقة من معدن القضبان نفسه ، تشبه القضبان و الحلقات (القفص) - إن وجود دارة القصر في القضبان تعمل على زيادة تيار بدء التشغيل .

مزايا محركات القفص السنجابي : (صيفي 2014)

- البساطة في التركيب .

- تحمل الظروف الجوية الصعبة .

- عدم احتوائه على فرش كربونية

- سهولة الصيانة .

س: تمتلك محركات القفص السنجابي ميزات تشغيل جيدة عندما تكون السرعة ثابتة. علل ذلك. (شتوي 2014)

بسبب انخفاض مقاومة العضو الدوار.

ملاحظه مهمة : يعمل هذا المحرك عند سرعة أقل من السرعة التزامنية بمقدار الانزلاق

حيث \uparrow تتزايد قيمة الانزلاق \uparrow بزيادة الحمل من ثم \downarrow تتناقص السرعة مع

\uparrow زيادة في العزم مع زيادة الحمل .

مساوئ محركات القفص السنجابي :

- على الرغم من إن تيار البدء عالٍ ،فإن العزم الناتج ضعيف .

- يصعب التحكم في السرعة .

- سرعة المحرك غير ثابتة ، تتغير حسب الحمل .

مجالات استخدام محرك القفص السنجابي :

- آلات أخلرطة و القص و الجلخ .

- صناعة النسيج .

- أعمال النجارة و الديكور .

- المضخات و المراوح .

ب - المحرك الحثي ذي العضو الدوار الملفوف : يتكون من :

1- العضو الساكن :

- جسم اسطواني معدني على شكل رقائق معزولة عن بعضها البعض، لتقليل المفايد الحديدية .

- تحتوي مجاريه على ثلاث مجموعات من الملفات توصل مع المصدر.

2- العضو الدوار : جسم اسطواني مصنوع من رقائق الحديد المعزولة ، تحتوي مجاريه على ملفات.

- ترتيب هذه الملفات يماثل ملفات العضو الساكن.

- توصل ملفات العضو الدوار على شكل نجمه.

- توصل الإطراف على ثلاث حلقات أنزلاقية مركبه على عمود إدارة المحرك نفسه بحيث

تدور معه (لذلك تسمى بالمحركات ذات الحلقات الانزلاقية)

-توصل هذه الملفات على التوالي مع مقاومة خارجية بوساطة الفرش الكربونية التي تلامس حلقات الانزلاق .

س: ما مزايا المحرك الحثي ذو العضو الدوار الملفوف؟(شتوي 2014)

1- إمكانية التحكم في سرعه المحرك.

2- الحد من تيار البدء المسحوب من المصدر.

3- رفع معامل القدرة عند بدء التشغيل.

4- تحقيق عزم بدء عالٍ.

من مساوي هذا المحرك:

1- ارتفاع تكاليف تركيبه و تشغيله.

2- تركيبه أكثر تعقيداً مقارنة بالمحرك ذي القفص السنجابي.

3- علل: يحتاج إلى صيانة باستمرار:

بسبب وجود حلقات الانزلاق و احتكاكها مع الفرش الكربونية.

مجال الاستخدام :

1- المصاعد و الروافع .

2- المضخات

3- آلة صقل الورق.

ب -المحركات التزامنية :

1: تركيب المحرك:

-العضو الساكن : يشبه تركيب العضو الساكن للمحرك الحثي ثلاثي الطور.

-العضو الدوار:

س : علل يشبه العضو الدوار للمحركات التزامنية العضو الدوار الملفوف :

1- لاحتوائه على ملفات تشكل الأقطاب المغناطيسية الرئيسية.

2- يكون عدد أقطابه مساوياً عدد أقطاب العضو الساكن . (توصل على نحو متعاقب شمالي – جنوبي)

3- يحوي حلقتي انزلاق عليهما فرش كربونية : لتغذية الأقطاب بالتيار المباشر.

يصنف العضو الدوار إلى نوعين:

1- العضو الدوار ذي الأقطاب البارزة . 2- العضو الدوار الأسطواناني.

-حلقات الانزلاق :

- هناك حلقتا انزلاق مثبتتان على محور دوران العضو الدوار.

- يتم بواسطتهما توصيل التيار المباشر إلى ملفات الأقطاب على العضو الدوار.

2- مبدأ العمل :

- عند توصيل ملفات العضو الساكن مع المصدر

- والأقطاب الرئيسية للعضو الدوار مع التيار المباشر (وهو في حالة السكون)

- فان كل قطب من أقطاب المجال المغناطيسي الدوار يحاول جذب القطب المخالف من الأقطاب

الرئيسية في العضو الدوار الذي يتصادف مروره لحظه التوصيل

- مما يعطي العضو الدوار عزم دوران في اتجاه دوران المجال المغناطيسي الدوار.

* عند عمل المحرك ألتزامني بلا حمل (انطباق محوري أقطاب العضو الساكن و العضو الدوار).

* عند تحميل المحرك فان محور أقطاب العضو الدوار سيتأخر بزاوية مقدارها (α) زاوية العزم.

*تعتمد قيمتها على مقدار الحمل.

*تزداد زاوية العزم كلما زاد الحمل.

*يصل عزم الحمل إلى القيمة القصوى عندما تكون $\delta = 90$

*بزيادة الحمل إلى حد كبير سيخرج المحرك عن التزامن أو توقف المحرك عن الدوران.

3- طرائق بدء الحركة (التشغيل) للمحركات التزامنية :

وهي طرائق عدة ، من أشهرها:

1- البدء عن طريق محرك حثي أو محرك تيار مباشر:

- يعمل هذا المحرك إلى إدارة العضو الدوار ليصل إلى السرعة التزامنية أو قريباً منها.
- مع ملاحظة عدم تحميل المحرك عند بدء تشغيله.

- يوجد على محور دوران المحركات التزامنية الكبيرة جدا مولد تيار مباشر يمكن استخدامه أيضاً كمحرك بدء.

2- بدء الحركة كمحرك حثي :

-ملفات التخميد : هي قضبان نحاسية أو من الألمنيوم مقصورة من طرفيها و تشبه القفص السنجابي
-تستخدم مع المحركات التزامنية ذات الأقطاب البارزة.

*في البداية تكون سرعة العضو الدوار عند بدء دوران المحرك أقل من السرعة التزامنية

*مما يؤدي إلى توليد قوة دافعة حثية في القضبان و من ثم مرور تيار حثي فيها

*تولد مجال مغناطيسي سيتفاعل مع المجال الرئيس

*يؤدي إلى وصول سرعة العضو الدوار إلى السرعة التزامنية.

طريقة البدء كمحرك حثي: (الذي يهمننا هنا)

-تكون ملفات التحريض في البداية مفصولة عن مصدر التيار المباشر

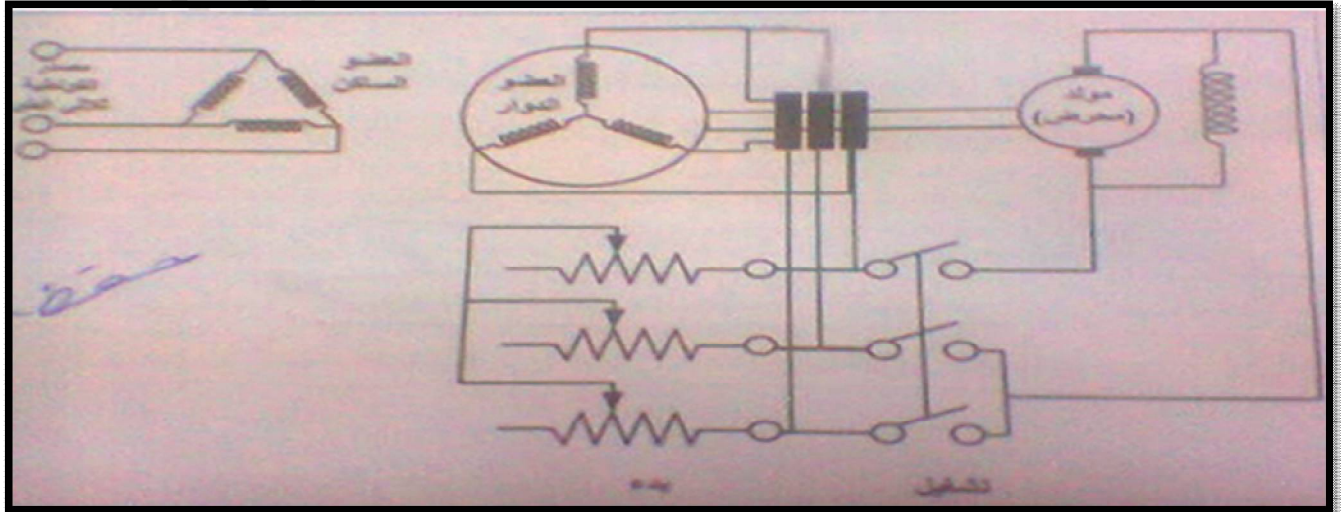
-توصل ملفات العضو الدوار مع مقاومات بدء خاصة لتقليل تيار البدء العالي للمحرك

-يتم توصيل فولطية ثلاثية الطور للعضو الساكن

-يدور المحرك كمحرك حثي وعندما تصل سرعة المحرك إلى 95% من سرعته الاسمية

-يتم فصل مقاومات البدء

-و توصيل أطراف العضو الدوار عبر حلقتي الانزلاق مع مصدر التيار المباشر على نحو فوري.



د : تأثير تغير تيار التحريض في خصائص المحرك التزامني :

- عند مرور تيار التحريض في ملفات العضو الدوار سيتولد مجال مغناطيسي يقطع ملفات العضو الساكن فتتولد فيها ق.د.ك تعاكس فولطية المصدر ، (يعتمد تيار المصدر على محصلة هاتين الفولطيتين)
- (فولطية المصدر ، ق.د.ك العكسية المتولدة).

حالات التحريض	ق.د.ك	فولطية المصدر	معامل القدرة
التغذية الكاملة(اللازم)	ق.د.ك	فولطية المصدر	-----
التغذية الزائدة	ق.د.ك	فولطية المصدر	متقدم على فولطية المصدر
التغذية الناقصة	ق.د.ك	فولطية المصدر	متأخر عن فولطية المصدر

ه : الاستخدامات:

- للسرعات المنخفضة و القدرات العالية) يكون اقتصاديا أكثر من غيره في هذه الحالة)
- تدور ضاغطات الهواء و الأمونيا.
- تدوير العنفات في السفن الكبيرة.
- تصحيح معامل القدرة.
- (المضخات المائية ، المطاحن ، المداخل ، صناعة الأقمشة و الاسمنت و الناجم).

و :مزايا المحركات التزامنية:

- 1- تصحيح معامل القدرة 2- الحصول على سرعة ثابتة 3- العمل بكفاءة عالية.

ي : مساوئ المحركات التزامنية :

- 1- تحتاج إلى مصدر تيار مباشر من أجل الحصول على تيار التحريض.
- 2- عزم بدئها ضعيف إذا لم يزود بوسيلة بدء.
- 3- حساسيتها الزائدة لأي اضطراب أو تغييرات مفاجئه على الشبكة.
- 4- ميلها إلى التذبذب.
- 5- توقفها عند التحميل الزائد.

س :تميل المحركات التزامنية إلى التذبذب:

بسبب عدم استقرار التردد

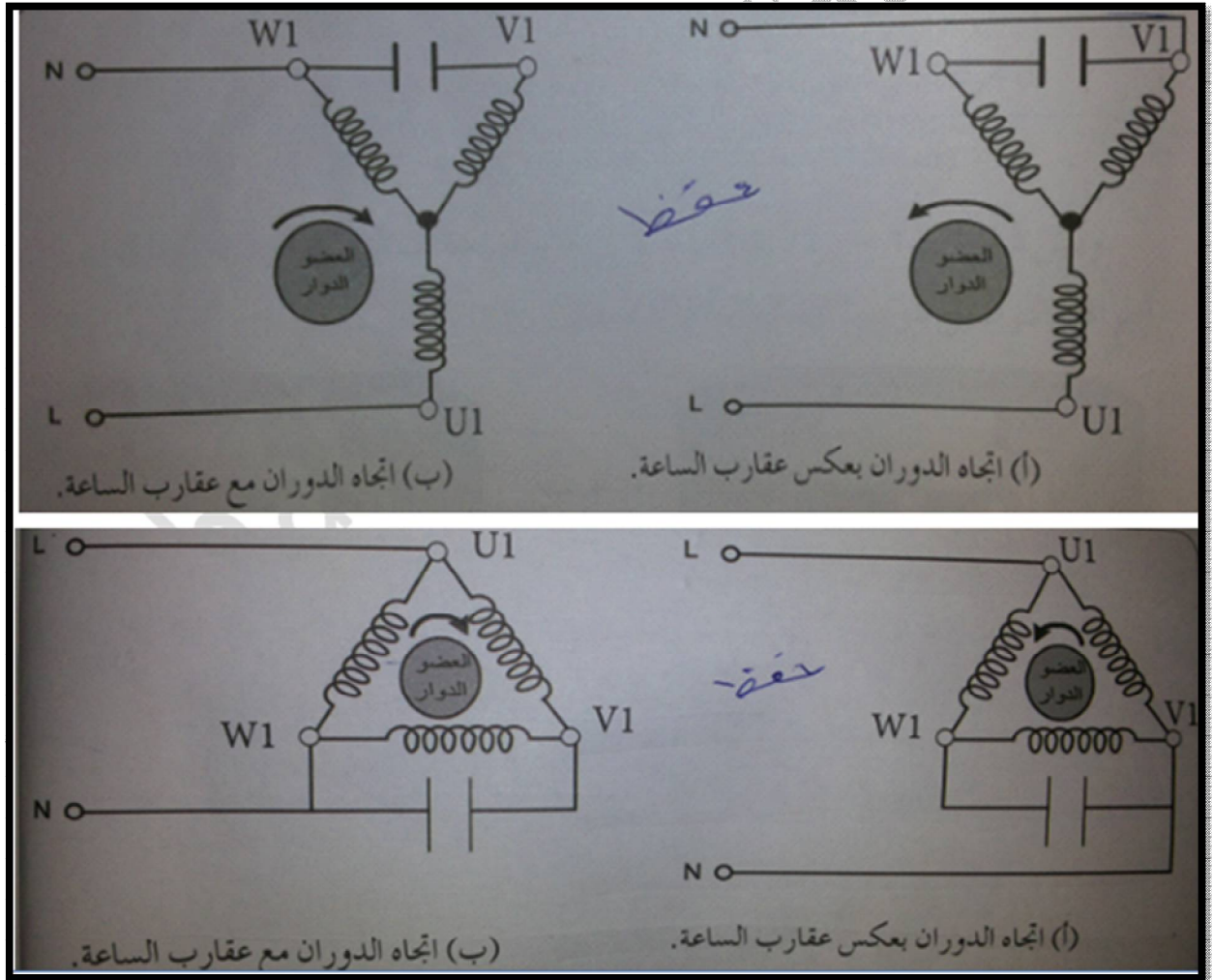
ثالثاً :تشغيل محرك ثلاثي الطور بفولطية طور واحد

-يمكن تشغيل محرك ثلاثي الطور بفولطية طور واحد للمحرك ذي القدرات الصغيرة (قدرته أقل من حصان ميكانيكي) .

س : علل: في حالة تحويل المحرك ثلاثي الطور للعمل بفولطية طور واحد يفقد المحرك ثلث قدرته:
لأن أحد الملفات يعمل كملف بدء تشغيل.

-يتم التحويل بتوصيل مواسع بدء التشغيل .

يتم توصيل مواسع (50µf) لكل حصان ميكانيكي عند عمل المحرك على فولطية (220) فولط طور واحد.



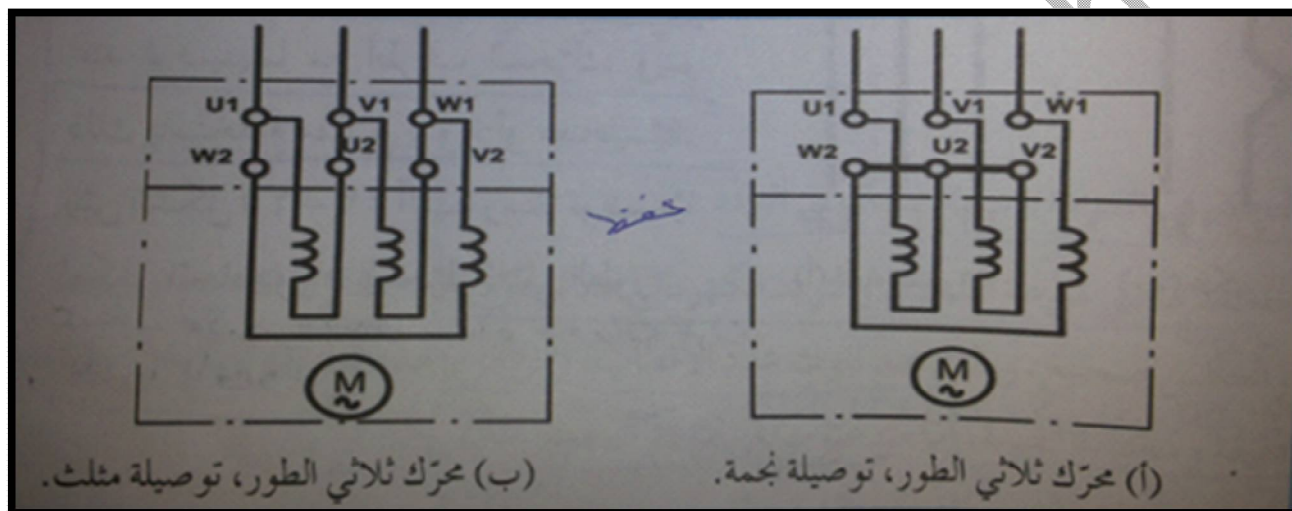
س: بين بالرسم كيف يتم توصيل المواسع مع ملفات المحرك ثلاثي الطور الموصول على شكل مثلث
ليعمل كمحرك أحادي الطور؟ (شتوي 2014)

رابعاً: طرائق توصيل المحركات ثلاثية الطور

وكيفية عكس اتجاه دورانها

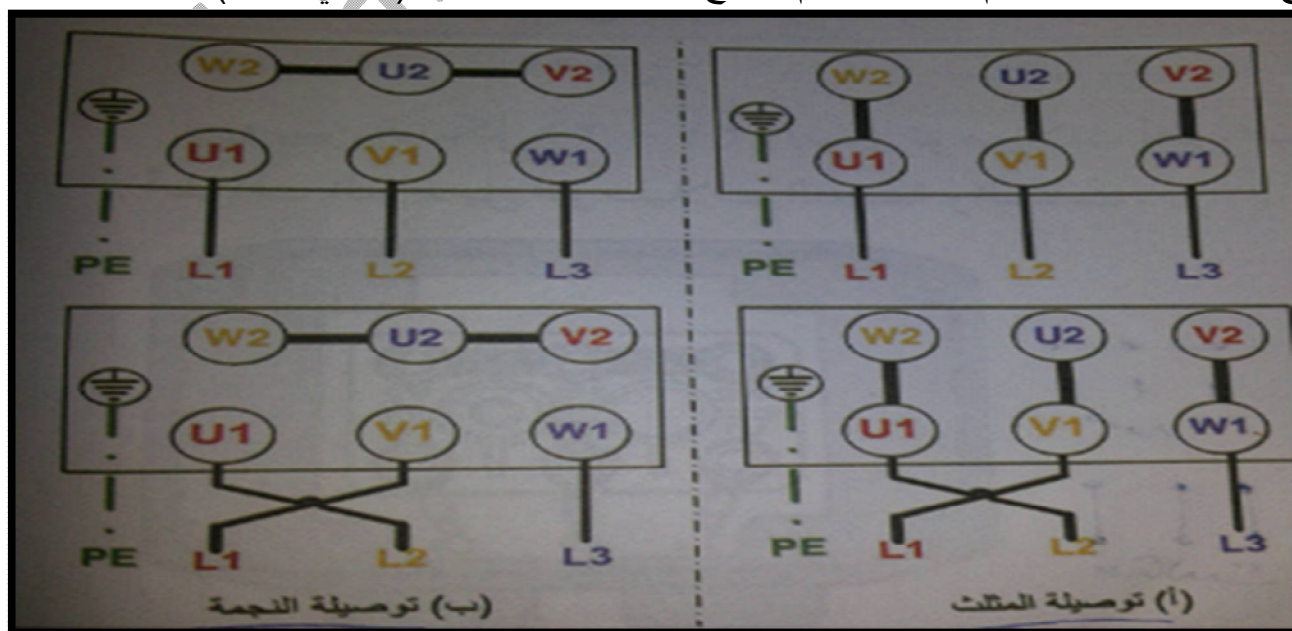
1- توصيلات المحرك ثلاثي الطور:

- توجد نوعان من التوصيلات للمحركات ثلاثية الطور: 1- توصيلة النجمة . 2- توصيلة المثلث



2- عكس اتجاه دوران المحركات ثلاثية الطور:

- اتجاه دوران المجال المغناطيسي يعتمد على اتجاه التيارات الثلاث الداخلة لملفات العضو الساكن
- يعكس اتجاه دوران المحركات ثلاثية الطور بتبديل وضع إي طورين مع بعضهما عند توصيلهما مع أطراف المحرك ، يتم ذلك باستخدام مفاتيح يدوية أو مغناطيسية. (صيفي 2014)



خامساً : المحركات ثلاثية الطور ذات السرعتين

-يمكن الحصول على تعدد سرعات المحركات ثلاثية الطور بالاعتماد على العلاقة الآتية :

$$\frac{120 \cdot f}{p} = \text{السرعة}$$

-يمكن التحكم في السرعة من خلال التحكم في التردد أو عدد الأقطاب.

1- التحكم في السرعة بوساطة التحكم في التردد :

-العلاقة بين السرعة و التردد طردية (كلما زاد التردد زادت السرعة و العكس صحيح)
(ذلك عند ثبوت عدد الأقطاب).

مزايا هذه الطريقة (شتوي 2014)

1- تعطي سرعات دقيقة و مختلفة القيمة.

عيوب هذه الطريقة (شتوي 2014)

1- تردد المصدر الكهربائي ثابت.

2- مكلفة ومعقدة نسبياً.

2- التحكم في السرعة بوساطة التحكم في عدد الأقطاب

علل :هذه الطريقة شائعة في المحركات ثلاثية الطور:

1- لبساطتها

2- انخفاض تكلفتها .

- عدد الأقطاب يتناسب عكسياً مع السرعة (كلما زاد عدد الأقطاب قلت السرعة) .

(كلما قل عدد الأقطاب زادت السرعة) .

- للتحكم في السرعة عن طريق الأقطاب هناك طريقتان :

أ-طريقة الملفات المشتركة:

-بهذه الطريقة يتم الحصول على سرعتين أحدهما ضعف الأخرى بمعنى (4، 2) قطب (8، 4) قطب

-يكون لكل مجموعة من ملفات الطور وصلة في منتصف الملف تستخدم لمضاعفة عدد الأقطاب

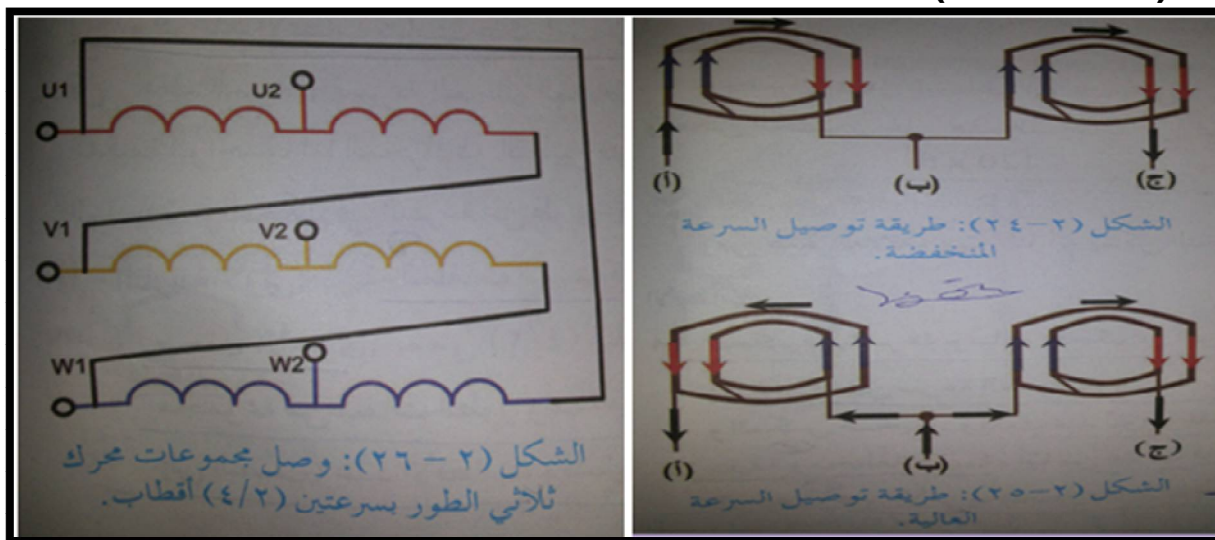
(خفض السرعة إلى النصف) (تسمى هذه الطريقة دالندر) .

ملاحظه مهمة : اللف لهذا النوع من المحركات في الكتاب ص.(116)

كيفية الحصول على سرعتين في محرك السرعتين الثلاثي الطور (4/2) أقطاب و ذي عزم ثابت:

1- (السرعة المنخفضة) : عدد المجموعات = $\frac{1}{2}$ عدد الأقطاب

2- (السرعة العالية) : عدد المجموعات = عدد الأقطاب



ب: طريقة الملفات المنفصلة :

- في هذه الطريقة يتم وضع ملفات منفصلة للسرعة الأولى ، بعدد أقطاب معين ووضع ملفات منفصلة للسرعة الثانية -يصمم المحرك لكي يتسع لكلا النوعين.

-يمكن اختيار أي سرعة بشرط ألا تعمل السرعتين معاً.

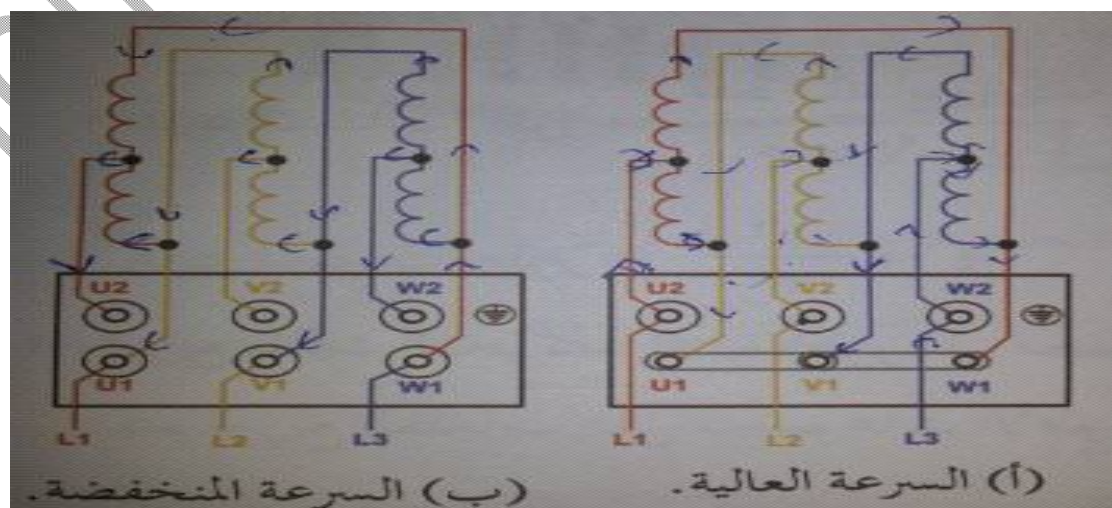
طريقة توصيل أطراف المحرك باستخدام علبة التوصيل للحصول على سرعتين::

1- توصيل السرعة العالية (ذات الأقطاب الأقل) : (نستخدم توصيلة النجمة)

نصل نقاط المنتصف (U2 ، V2 ، W2) مع مصدر الفولطية ، نقصر الأطراف (U1 ، V1 ، W1).

2- توصيل السرعة المنخفضة (ذات الأقطاب الأعلى) : (نستخدم توصيلة المثلث) .

نصل الأطراف (U1 ، V1 ، W1) مع مصدر الفولطية ، نترك الأطراف (U2 ، V2 ، W2) بدون توصيل.



ملاحظة مهمة : اللف لهذا النوع من المحركات في الكتاب (ص 118 مهم) .

خامساً : القواعد الأساسية لعمليات لف المحركات

الكهربائية ثلاثية الطور

أساسيات لف المحركات الثلاثية الطور :

1- توزيع ملفات المحركات ثلاثية الطور على الأطوار :

-يتساوى عدد الملفات في المحركات ثلاثية الطور لكل طور من الأطوار.

ملاحظه :المحرك الملفوف بطبقة واحدة (عدد الملفات الكلية $\frac{1}{2}$ = عدد المجاري)

المحرك الملفوف بطبقتين (عدد الملفات الكلية = عدد المجاري) .

- توزيع الملفات على الأطوار حسب العلاقة الآتية:

عدد الملفات الكلية

عدد الأطوار

= عدد الملفات / طور

2- توزيع ملفات المحركات ثلاثية الطور على المجموعات الأطوار الثلاثة:

- يتم التوزيع بالتساوي حسب العلاقة الآتية:

عدد ملفات الضور

عدد الأقطاب

= عدد الملفات / مجموعة من مجموعات الأطوار

خطوة اللف = عدد المجار / عدد الأقطاب (في اللف المتسلسل خطوة اللف متساوية)

3- تحديد بدايات الأطوار:

-يتم تحديد بدايات الأطوار حسب العلاقة الآتية:

عدد الأقطاب * 180

عدد المجارى

= الزاوية الكهربائية للمجرى

مثال (2-1) ص 106

محرك ثلاثي الطور له 24 مجرى ، 4 أقطاب جد بدايات الأطوار؟

الزاوية الكهربائية للمجرى $180 \times 4 / 24 = 30$ درجة بين كل مجريين متجاورين

المسافة بين بدايات الأطوار $120 / 30 = 4$ مجارٍ بين كل طور و الآخر

U1 في المجرى (1) بداية الطر الثاني v1 في المجرى $5 = 1 + 4$ بداية الطور الثالث $5 + 4 = 9$

مثال (2-2) ص 106

ارسم رسماً دائرياً لملفات العضو الساكن لمحرك كهربائي ثلاثي الطور عدد مجارية 24 ، عدد أقطابه 4 ، ملفوف بطبقة واحدة على نحو متداخل ، عدد المجموعات = عدد الأقطاب.

الحل

المحرك ملفوف بطبقة واحدة وهذا يعني إن عدد الملفات الكلية $\frac{1}{2} =$ عدد المجاري $12 = 24 \times \frac{1}{2}$:

1- عدد الملفات / طور = عدد الملفات الكلية / عدد الأطوار $12 = 3 / 4 =$

1- عدد الملفات / مجموعة من الأطوار = عدد ملفات الطور / المجموعات $4 = 4 / 4 =$

3- الخطوة القطبية = عدد المجاري / عدد الأقطاب $6 = 4 / 24$ أي أن خطوة اللف 1-6

4- تحديد أماكن بدايات الأقطاب:

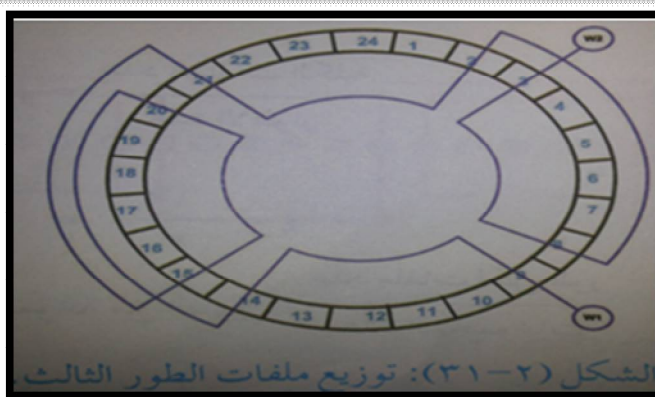
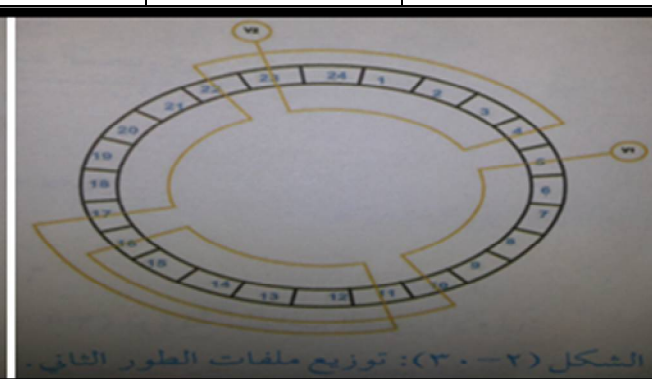
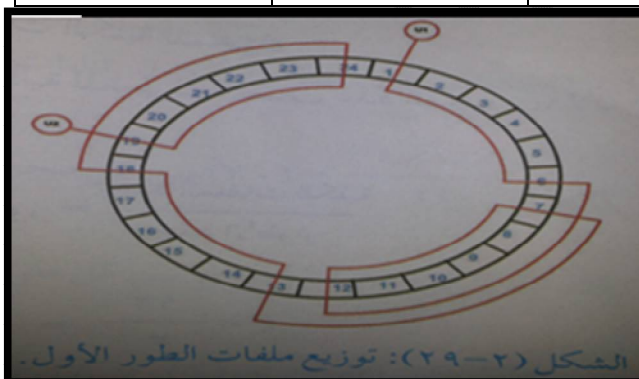
الزاوية الكهربائية للمجرى $30 = 24 / 180 \times 4 =$ درجة

المسافة بين بدايات الأطوار $4 = 30 / 120 =$

U1 في المجرى الأول ، V1 في المجرى 5 ، 1+4=5 ، W1 في المجرى 9=4+5

توزيع الملفات:

19-24	13-18	7-12	1-6	الطور الأول
23-4	17-22	11-16	5-10	الطور الثاني
3-8	21-2	15-20	9-14	الطور الثالث



ارسم رسماً انفرادياً لملفات العضو الساكن لمحرك كهربائي ثلاثي الطور عدد مجارية 24 ، عدد أقطابه 4 ، ملفوف على نحو متسلسل بطبقة واحدة ، علماً بأن عدد المجموعات = $\frac{1}{2}$ عدد الأقطاب.

الحل : عدد الملفات الكلية = $2/24 = 12$

عدد الملفات الكلية / طور = $3/12 = 6$

عدد الملفات / مجموعة من الطور = $2/4 = 2$

خطوة اللف = الخطوة القطبية + عدد ملفات المجموعة = $2/24 + 4 = 8$

المسافة بين مجموعتين = $\frac{1}{2}$ خطوة اللف = $2/8 = 4$

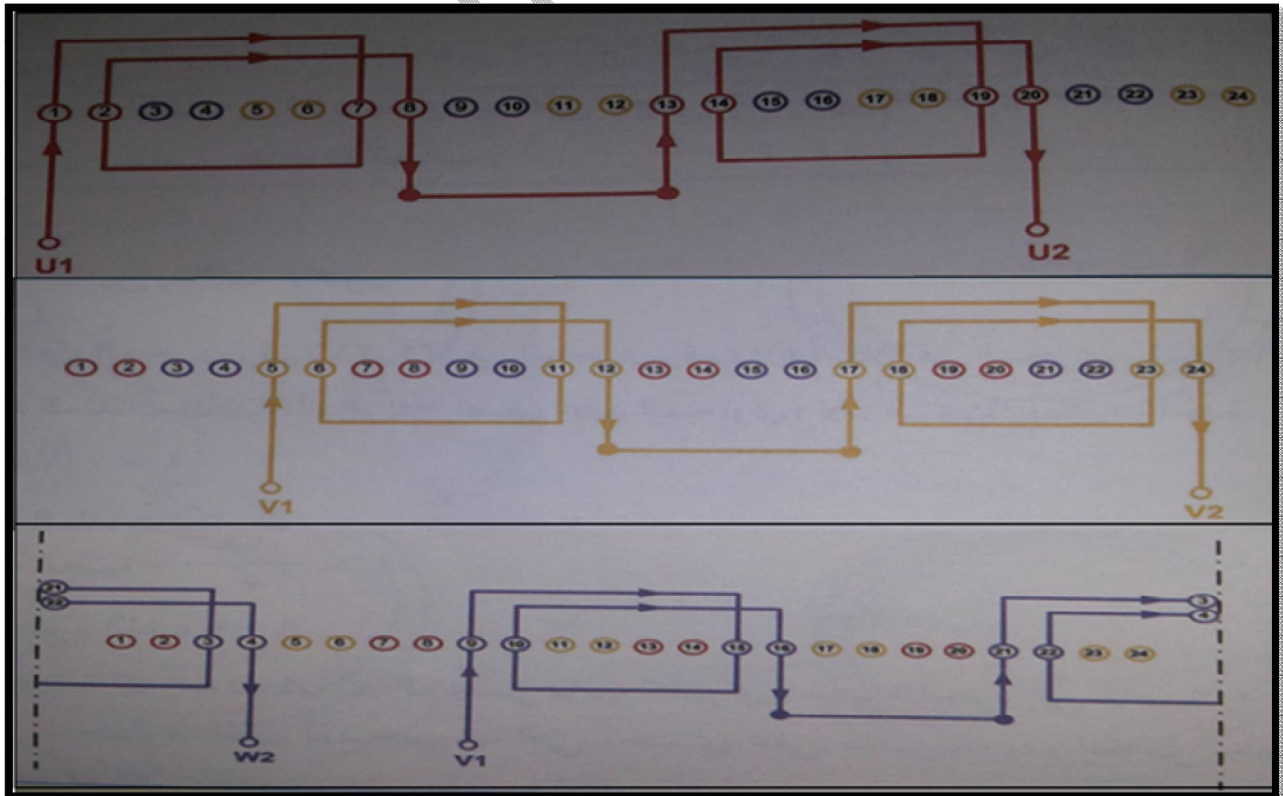
تحديد بدايات الأطوار في المحرك:

الزاوية الكهربائية للمجرى = $24/180 \times 4 = 30$ درجة

المسافة بين بدايات الأطوار = $30/120 = 4$

U1 في المجرى 1 ، V1 في المجرى 1+4=5 ، W1 في المجرى 5+4=9

الطور الأول	الطور الثاني	الطور الثالث
1-7	5-11	9-15
2-8	6-12	10-16



الأقطار المكافئة لأسلاك لف المحركات الكهربائية:

- عند إعادة لف المحركات الكهربائية يستخدم سلك من النحاس المعزول:

1- بسبب سهولة التعامل معه. 2- عدم توفر أسلاك الألمنيوم في السوق المحلي.

- لإعادة لف المحركات الكهربائية بسلك النحاس تستخدم الأقطار البديلة ، مع الاحتفاظ بكل مواصفات اللف السابقة ، بالاستعانة بالمعادلة الآتية:

$$\text{القطر المكافئ من سلك النحاس} = \text{قطر سلك الألمنيوم} * 0.76$$

مثال (2-8) ص 122

محرك كهربائي أحادي الطور ملفوف بسلك من الألمنيوم المعزول ، قطر سلك التشغيل له 1.5 مم ، وقطر سلك البدء 1 مم جد القطر المكافئ من سلك النحاس ؟

الحل

$$\text{القطر المكافئ من سلك النحاس لملفات التشغيل} = 1.5 * 0.76 = 1.14 \text{ مم سلك نحاسي}$$

$$\text{القطر المكافئ من سلك النحاس لملفات البدء} = 1 * 0.76 = 0.76$$

- إعادة لف المحرك الملفوف بسلك واحد بسلكين أو أكثر:

مثال (2-9) ص 122

محرك ملفوف بسلك نحاسي دائري المقطع قطرة 0.50 مم ، يراد إعادة لفة بسلكين من النحاس ، لهما القطر نفسه و مقطعهما دائري ؟

$$\text{القطر المكافئ} = 0.354 \text{ مم للسلكين}$$

إعادة لف المحرك الملفوف بسلكين بسلك واحد:

مثال (2-10) ص 123

محرك ملفوف بسلكين من النحاس دائري المقطع ، أقطارهما على التوالي 0.8 مم ، 0.6 ، يراد إعادة لفة بسلك نحاسي واحد . جد قطر السلك المكافئ ؟

$$\text{مساحة مقطع السلك المكافئ} = \text{مساحة مقطع السلك الأول} + \text{مساحة مقطع السلك الثاني}$$

$$\text{المعادلة النهائية: } \text{نق}^2 = \text{نق}^2_1 + \text{نق}^2_2 = (0.4)^2 + (0.3)^2 = 0.25$$

$$\text{نق}^2 = \sqrt{0.25} \quad \text{نق} = 0.5 \text{ مم} \quad \text{ق} = 1 \text{ مم (قطر السلك المكافئ)}.$$

(فكر في السؤال ص 124) مهم

سابعاً : أعطال المحركات الكهربائية ثلاثية الطور و كيفية إصلاحها

1- أعطال المحركات الحثية ذات القفص السنجابي :

ارتفاع صوت المحرك أثناء العمل	ارتفاع درجة حرارة المحرك	المحرك يدور أبطأ من سرعته المعتادة	المحرك يعجز عن الحركة
<ul style="list-style-type: none"> تآكل كراسي المحور. تفكك قضبان العضو الدوار . انحناء في عمود العضو الدوار . خطأ في التوصيل 	<ul style="list-style-type: none"> المحرك من غير تبريد . ارتفاع الفولطية زيادة الحمل وجود تآكل في كراسي المحور. انحناء في عمود محور العضو الدوار. قصر في الملفات . فصل طور من الأطوار ، في أثناء عمل المحرك . 	<ul style="list-style-type: none"> تآكل كراسي المحور . وجود قصر بين ملفات الأطوار المختلفة . توصيل المجموعات خطأ. تفكك قضبان العضو الدوار . زيادة الحمل . 	<ul style="list-style-type: none"> عمل المحرك ثلاثي الطور بطورين فقط . تلف كراسي المحور . تفكك في قضبان العضو الدوار . انحناء في عمود العضو الدوار . خطأ في التوصيل قصر في الملفات احتراق ملفات المحرك تماماً . عدم توصيل المحرك توصيلة نجمه او مثلث . عدم احكام تثبيت الغطاءين الجانبيين

2- أعطال المحركات الحثية ذات العضو الملفوف :

ارتفاع درجة حرارة المحرك أثناء العمل	المحرك يدور بسرعة أقل سرعته المعتادة	المحرك يعجز عن الحركة
<ul style="list-style-type: none">• عمل المحرك من غير تبريد• انخفاض الفولطية أو ارتفاعها• قصر في ملفات العضو الساكن أو فتحها .• فتح في دارة ملفات أحد الأطوار .• انقطاع طور من الأطوار أثناء عمل المحرك .• وجود تماس ارضي في ملفات العضو الساكن .• تآكل كراسي المحور	<ul style="list-style-type: none">• زيادة الحمل• انخفاض الفولطية• تلف مقاومة تنظيم السرعة• عدم وصول التيار من المصدر الى احد الأطوار .• فتح في دارة ملفات أحد الأطوار .• قصر في ملفات العضو الساكن	<ul style="list-style-type: none">• عدم وصول التغذية للمحرك الكهربائي .• فتح في دارة أحد ملفات أطوار العضو الساكن .• انحناء في عمود العضو الدوار• زيادة الحمل• فتح في دارة المقاومة المتغيرة• تلف نابض ضغط الفرش الكربونية على حلقات الأنزلاق .• عدم ملائمة الفرش الكربونية حلقات الأنزلاق .• فتح في ملفات العضو الساكن• فتح في ملفات العضو الدوار

الوحدة الثالثة

آلات التيار المباشر

DC MACHINES

2014-2015

Al-qabisi secondary school

Electric utilization

Level 3

إعداد : محمد نهاد عياصره

أولاً: مبدأ عمل آلة التيار المباشر و تركيبها

- تعمل آلة التيار المباشر في نمطين : 1- مولد للطاقة الكهربائية. 2- محرك كهربائي.

1- مبدأ عمل آلة التيار المباشر :

- مبدأ عمل آلة التيار المباشر كمحرك :

- عندما يسري تيار كهربائي خلال ملف ضمن مجال مغناطيسي

- تؤثر في الملف قوة ميكانيكية نتيجة تولد مجال مغناطيسي في الملف من جهة و وجود المجال المغناطيسي الأصلي من جهة أخرى

- فإذا كان الملف في وضع سهل الحركة فأنة يدور بسرعة معينة .

- مبدأ عمل آلة التيار المباشر كمولد:

- عند دوران ملف داخل مجال مغناطيسي

- تتولد قوة دافعة كهربائية (ق.د.ك) نتيجة تقطيع موصلات الملف لخطوط المجال المغناطيسي

- يحدث تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية عندما يتحرك العضو الدوار للمولد بواسطة آلات الديزل أو الآلات البخارية أو التوربينات البخارية أو المائية ، داخل مجال مغناطيسي .

2- تركيب آلة التيار المباشر :

س: ما الأجزاء التي تتكون منها آلة التيار المباشر؟(2014 صيفي)

1- العضو الساكن 2- العضو الدوار 3- المبدل 4- مكونات إضافية 5- ملفات المنتج.

- العضو الساكن : هو العضو الذي يمثل الدارة المغناطيسية ولا يتحرك ، حيث انه يوفر مجالاً مغناطيسياً يدور داخله العضو الدوار .

- يحتوي العضو الساكن على أقطاب مغناطيسية دائمة تركيب على هيكله للآلات ذات القدرات الصغيرة أو أقطاب كهرومغناطيسية للآلات ذات القدرات العالية .

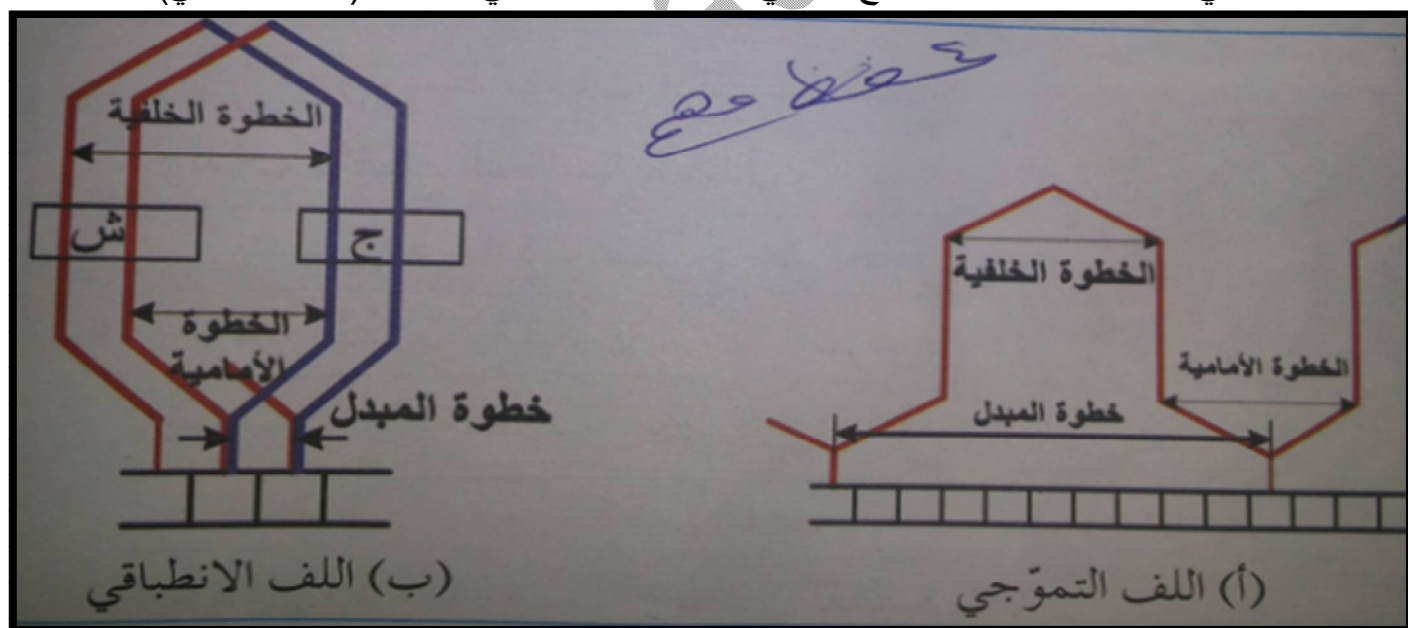
- تتضمن الأقطاب الكهرومغناطيسية ملفات نحاسية معزولة توضع في مجاري القلب المعدني.

- يتم تثبيت هذه الأقطاب بالهيكل الرئيس.

- علل : يتكون القلب المعدني من رقائق فولاذية مرصوفة و معزولة عن بعضها :

للعمل على تقليل المفاقد الحرارية بسبب التيارات الدوامية .

- **العضو الدوار – المنتج** - : هو عنصر الحركة في محركات التيار المباشر ، ويصنع من الصلب .
- **علل** : يصنع العضو الدوار لآلات التيار المباشر من الصلب على شكل رقائق معزولة:
- لتقليل المفاقيد المؤدية لفقد جزء من قدرة الآلة على شكل حرارة ، يمكن إن تتسبب في تلف المادة العازلة لملفات المنتج ومن ثم تلف ملفات المنتج.
- يركب المنتج على عمود الإدارة ، ويوجد على طول القلب المعدني مجاري (شقوق) توزع فيها ملفات نحاسية معزولة لتولد فيها (ق.د.ك).
- **المبدل: مجموعة من القطع النحاسية المعزولة عن بعضها بطبقة من المايكا** .
- يركب المبدل مع عمود الإدارة و تربط نهايات ملفات المنتج و تلحم بالقطع النحاسية للمبدل .
- علل: يستخدم عادة نابض داخل حامل الفرش الكربونية :
- ليضغط على الفرش ، وليعطي تلامسا جيدا بينها و بين قطع المبدل.
- **ملفات المنتج :**
- تتولد (ق.د.ك) بملفات المنتج
- من خلا الفرش الكربونية و المبدل الذي يحول التيار المتناوب إلى تيار مباشر.
- يمكن لف المنتج بطرائق عدة : سؤال رسم المنتج مع توضيح أجزاء الرسم (شتوي 2014)**
- 1- **الف الانطباقي** : توصل نهايتا الملف مع قطعتي نحاس متجاورتين في المبدل .
- 2- **الف التموجي** : توصل نهايتا الملف مع قطعتي نحاس متباعدتين في المبدل . (2014 صيفي)



- **مكونات إضافية :**

- أ - **كراسي المحور** : تكون مثبتة على قاعدة الهيكل الرئيس.
- ب- **مروحة التبريد** : تعمل على دفع الهواء إلى داخل الآلة ، و تتركب عادة على محور الإدارة.

ثانياً : القوة الدافعة الكهربائية و السرعة في آلات التيار المباشر

- في آلات التيار المباشر تقطع الموصلات النحاسية فيض الأقطاب في حالة دوران المنتج ، و تتولد (ق.د.ك) في الموصلات .

- يمكن حساب (ق.د.ك) لمنتج آلة التيار المباشر من خلال العلاقة الآتية :

$$E = \frac{\phi.P.N.Z}{60.A}$$

n: سرعة دوران المنتج

E (ق.د.ك) المتولدة (العكسية) / موصل :

ϕ : الفيض المغناطيسي / قطب (ويبر)

P: عدد الأقطاب

* عدد الموصلات الكلية (z) عدد دارات التوازي (a) .

إذا كان اللف تموجياً فإن (a) دائماً = 2 و إذا كان اللف انطباقياً فإن (a) = عدد الأقطاب

* أن السرعة تتناسب طردياً مع فولتية المصدر ، و عكسياً مع الفيض المغناطيسي للأقطاب .

مثال (1-3)

منتج آلة تيار مباشر عدد موصلاته الكلية = 612 موصل، يدور بسرعة 900 دور / دقيقة

إذا كان المنتج ملفوفاً لفاً تموجياً ، و له أربع أقطاب و الفيض المغناطيسي / قطب 25 ميلي ويبر فاحسب (ق.د.ك) المتولدة ؟

عند التحويل من ميلي ويبر إلى ويبر نقسم على 1000

$$E = \frac{\phi.p.n.z}{60.a}$$

$$\frac{0.025 * 4 * 900 * 612}{60 * 2} = 459v$$

ثالثاً : رد فعل المنتج

- عند إيصال حمل كهربائي بمولد أو حمل ميكانيكي بمحرك تيار مباشر فإن تياراً يسري خلال ملفات المنتج وهذا يؤدي من ثم إلى تكوين مجال مغناطيسي ، يؤثر في المجال المغناطيسي الناتج من ملفات الأقطاب ، و هذا يعمل على إضعاف المجال المغناطيسي الرئيس.

- رد فعل المنتج : تأثير المجال المغناطيسي الناتج من سريان التيار في ملفات المنتج على توزيع الفيض المغناطيسي الناتج من الأقطاب الرئيسية لآلة التيار المباشر . (شتوي 2014)

- محور التعادل المغناطيسي : هو المحور الذي لا تتولد عنده ق د ك في موصلات المنتج، وذلك لأن الموصلات تكون موازية لخطوط المجال المغناطيسي .

- عند سريان التيار في ملفات المنتج و ملفات الأقطاب : نلاحظ أن الفيض المغناطيسي في المنتج لم يعد منتظماً أو متماثلاً حول محور الأقطاب و إنما أصبح مشوهاً.
مراجعة صور الدرس في الكتاب ص 170

رابعاً: أنواع محركات التيار المباشر

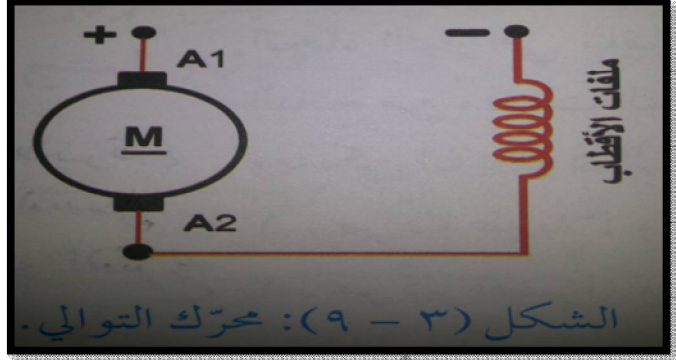
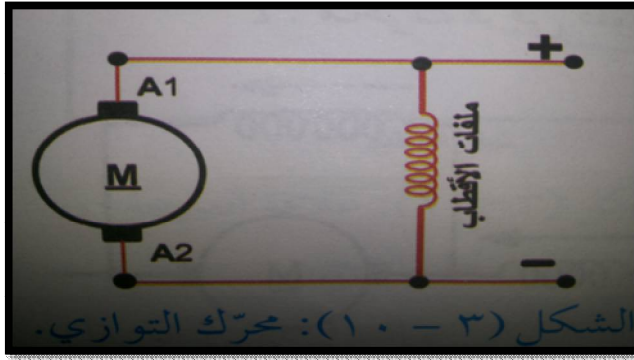
س: أذكر أنواع محركات التيار المباشر؟ 1- محرك توالي 2- محرك التوازي 3- محرك مركب

1- محرك التوالي :

- توصل أقطاب المحرك على التوالي مع المنتج . (التيار الذي يسري في المنتج هو نفسه الذي يمر في ملفات الأقطاب)
- كلما زاد التيار زاد الفيض المغناطيسي ، من ثم انخفضت السرعة حتى تصل إلى نقطة التشبع المغناطيسي.
- نقطة التشبع المغناطيسي : هي تلك النقطة التي إذا زاد فيها التيار يصاحبه زيادة قليلة جداً في الفيض المغناطيسي.
- أي تصبح الزيادة في الفيض أقل من الزيادة في التيار .

2- محرك التوازي :

- توصل ملفات الأقطاب على التوازي مع ملفات المنتج .
- يبقى الفيض المغناطيسي ثابتاً مهما تغير تيار المنتج و بما أن فولتية المصدر ثابتة فإن التغير في السرعة يكون قليلاً



3- المحرك المركب:

- يمتلك هذا المحرك مزايا محرك التوالي و محرك التوازي حيث توصل ملفات أقطاب التوالي و التوازي معاً بطريقة معينة.

- يمكن توصيل ملفات التوالي و التوازي مع ملفات المنتج بالطرق الآتية:

1- المحرك المركب التراكمي :

- في هذا المحرك يكون اتجاه التيار في ملفات التوالي بنفس اتجاهه في ملفات التوازي .

- في هذه الحالة يساعد المجال الناتج من ملفات التوالي المجال الناتج من ملفات التوازي و يضاف إليه .

- ينقسم إلى محرك تراكمي قصير و محرك تراكمي طويل .

2- المحرك المركب الفرقى :

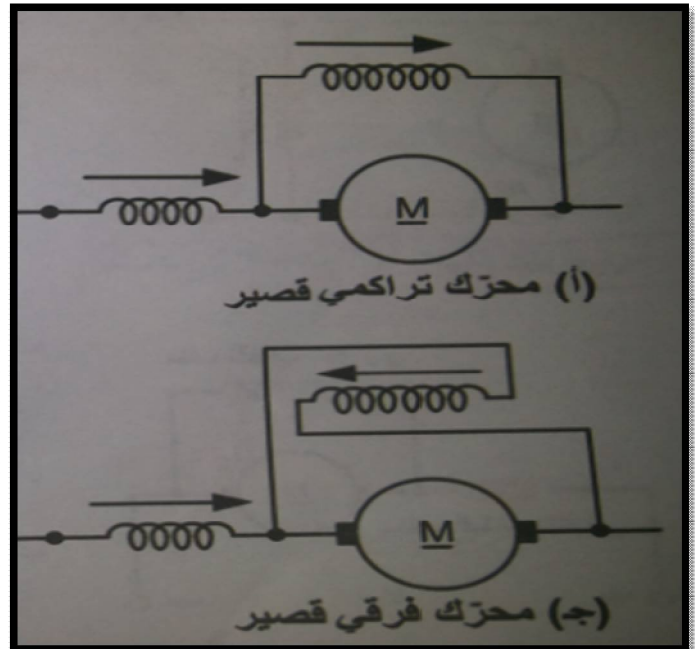
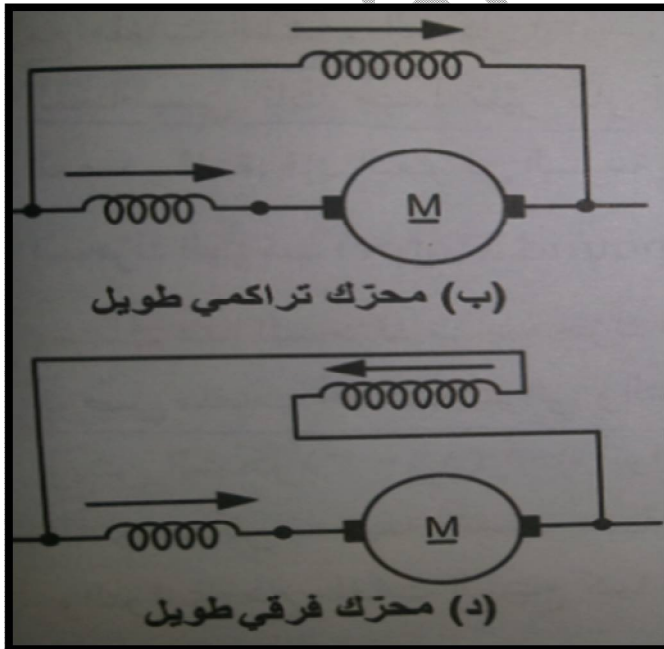
- في هذا المحرك يكون اتجاه التيار في ملفات التوالي عكس اتجاهه في ملفات التوازي،

- المجال الناتج في ملفات التوالي يعاكس المجال الناتج في ملفات التوازي

- ينقسم هذا المحرك إلى :

1- محرك فرقى قصير : توصل ملفات التوالي مباشرة مع فرش المنتج.

2- محرك فرقى طويل : توصل ملفات التوالي مباشرة مع فرش المنتج.



خامساً: خواص محركات التيار المباشر

1- السرعة و تيار المنتج : (الشكل أ)

- السرعة تتناسب طردياً مع الفولطية المغذية، و عكسياً مع فيض الإثارة المغناطيسي .

أ- محرك التوازي:

- مهما تغير تيار المنتج يبقى الفيض ثابتاً ، بثبات فولطية المصدر

- التغير في سرعة العضو الدوار مع تغير الحمل يكون قليلاً .

ب- محرك التوالي :

- تيار المنتج هو نفسه تيار الأقطاب ، الزيادة في تيار المنتج يقابلها زيادة في الفيض ، من ثم انخفاض في السرعة تبعاً لذلك حتى تصل إلى نقطة التشبع المغناطيسي.

ج- المحرك المركب : هو محرك يجمع بين خواص محركي التوالي و التوازي .



2- الخاصية الكهربائية : هي العلاقة بين العزم والكهرومغناطيسي و تيار المنتج.

- إن العزم يتناسب طردياً مع تيار المنتج و الفيض. (الشكل ب)

أ- محرك التوازي :

- يتناسب العزم طردياً مع التيار ، بسبب ثبات الفيض المغناطيسي.

ب- محرك التوالي :

- يتناسب الفيض طردياً مع التيار ، ومن ثم فإن العزم يتناسب طردياً مع مربع السرعة .

ج- المحرك المركب : تكون فيه خواص العزم وسطاً بين محركي التوالي و التوازي .

3- الخاصية الميكانيكية : (الشكل ج)

- هي العلاقة بين السرعة و العزم ، حيث إن العزم يتناسب طردياً مع تيار المنتج .

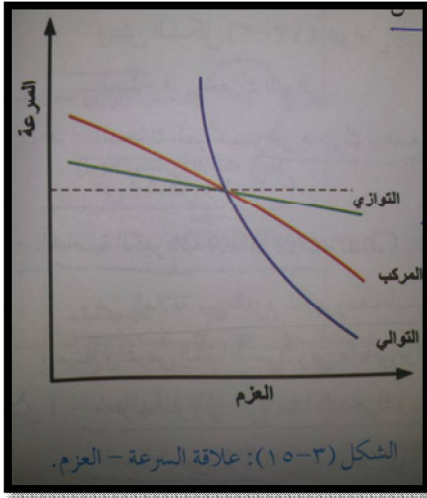
- علل الخاصية الميكانيكية من الخواص المهمة جداً للمحركات على نحو عام:

يتبين من خلالها مدى تغير السرعة مع تغير الحمل .

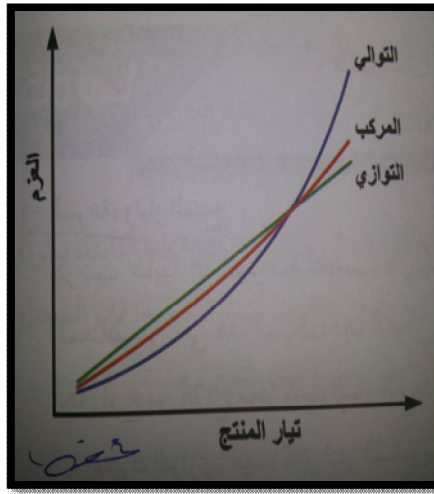
- سرعة محرك التوازي تنخفض قليلاً مع زيادة عزم الحمل .

- سرعة محرك التوالي تنخفض كثيراً مع زيادة عزم الحمل .

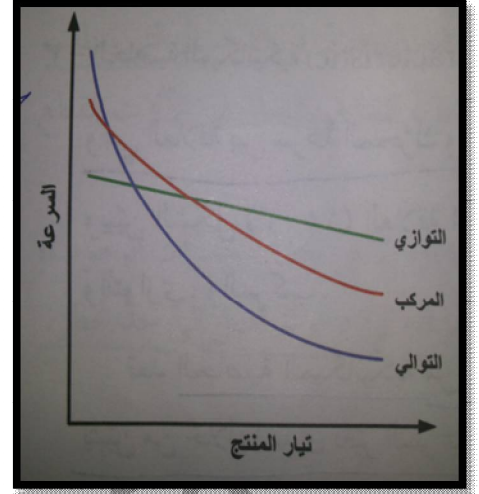
- سرعة المحرك المركب تنخفض على نحو متوسط .(تعد هذه ميزه لهذا النوع من المحركات)



علاقة السرعة - تيار المنتج



علاقة العزم بتيار محرك التيار المباشر



علاقة السرعة - العزم

نستنتج من خواص محركات التيار المباشر :

1- يمكن استخدام محرك التوازي في المجالات التي تتطلب سرعة ثابتة على الرغم من تغير الحمل .

- لا يمكن استخدامه للأحمال التي تحتاج إلى عزم بدء عالٍ (المفارز و آلات النسيج)

2- يتميز محرك التوازي بعزم بدء عالٍ .

- يستخدم لبدء تشغيل السيارات ، القطار الكهربائي ، الروافع.

- علل : يستخدم محرك التوازي وهو موصول بالحمل حتى لا تصل سرعته إلى حد الخطر .

3- يستخدم المحرك المركب حسب الحمل ، حيث أنه يمتلك خصائص محرك التوازي و التوازي معاً

أ- المحرك المركب التراكمي :

- الأحمال التي تتطلب عزماً عالياً ، علماً بأن تشغيله بدون حمل (آلات القطع و الثقب)

ب- المحرك المركب الفرقلي :

- علل : المحرك المركب الفرقلي محدود الاستخدام إلا في بعض مختبرات البحوث :

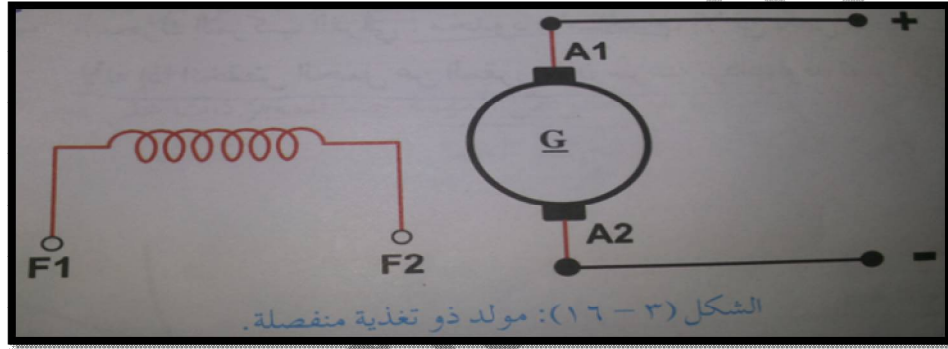
لأنه إذا أنخفض الحمل عن المقرر ، فإن سرعته تزداد و قد تصل إلى حد الخطر.

سادساً : مولدات التيار المباشر

- المولد الكهربائي : هو آلة تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية بوساطة التأثير الكهرومغناطيسي في الموصلات التي بالمنتج .
- أنواع المولدات : تنقسم مولدات المباشر تبعاً لطريقة توليد الفيض الكهرومغناطيسي في الأقطاب إلى ما يأتي :
- 1- مولدات ذات التغذية المنفصلة
- 2- مولدات التهيج الذاتية

1- مولدات ذات التغذية المنفصلة :

- تتم تغذية ملف الأقطاب بتيار مباشر من مصدر كهربائي خارجي (بطارية ، مولد تيار مباشر) ويحصل المولد على الطاقة الميكانيكية من محرك متصل معه ميكانيكياً .



2- مولدات التهيج الذاتية:

- تستخدم هذه المولدات جزءاً من التيار المتولد في المنتج لتغذية ملفات الأقطاب .
- مبدأ عمل مولدات التهيج الذاتي :
- 1- عندما يكون المولد ساكناً تكون هناك مغناطيسية متبقية في قلب الأقطاب
- 2- إذا دار المنتج تقطع موصلاته الفيض الضعيف للمغناطيسية المتبقية
- 3- فتتولد (ق.د.ك) صغيرة تتراوح بين (2-10) فولط
- 4- يسري تيار ضعيف في ملفات الأقطاب يقوي مغناطيسية الأقطاب فتتولد (ق.د.ك) أقوى من السابق
- 5- يزداد التيار في ملفات الأقطاب و من ثم تزداد (ق.د.ك) المتولدة وهكذا حتى تنتشع الأقطاب.

- س: صنف مولدات التغذية الذاتية للتيار المباشر حسب طريقة توصيل ملفات الأقطاب إلى ثلاثة أنواع . أذكرها.

- 1- مولد التوالي
- 2- مولد التوازي
- 3- المولد المركب

(شتوي 2014)

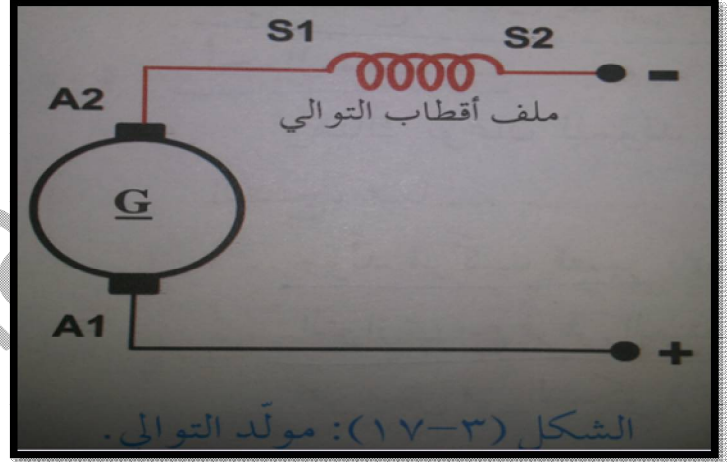
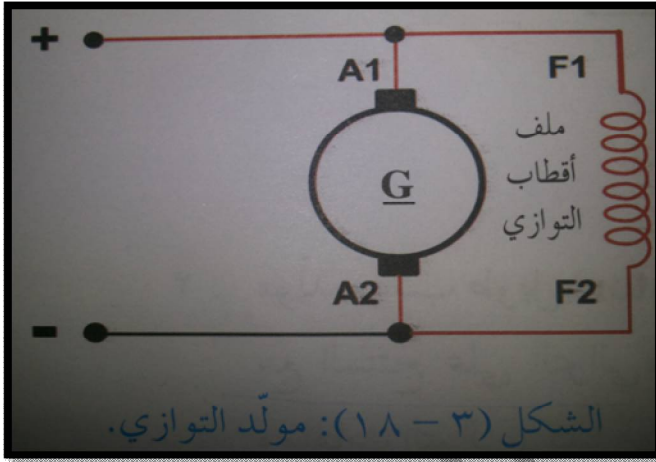
س: قارن بين مولد التوالي و التوازي من حيث: (صيفي 2014) مهم

1- عدد اللفات 2- مقاومة الملفات 3- مساحة مقطع السلك

التوصيل	مقاومة الملفات	مساحة مقطع السلك	عدد لفات السلك	مولد التوالي
توصل ملفات الأقطاب على التوالي مع المنتج و الحمل	قليلة	مساحة مقطع كبير	عدد قليل	مولد التوالي
توصل أطرافها مع الفرش الكربونية مشكلة دارة تواز مع المنتج و الدارة الخارجية	كبيرة	موصل نحاسي رفيع معزول	عدد كبير	مولد التوازي

س: علل تكون ملفات الأقطاب في مولد التوالي من أسلاك مساحة مقطعها كبيرة و مقاومتها قليلة: لتتحمل تيار الحمل.

- تكون مقاومة ملفات الأقطاب في مولد التوازي كبيرة إذا ما قورنت بمقاومة المنتج أو الحمل، لذلك فإن تيار الأقطاب يكون صغيراً نسبياً حتى في المولدات الكبيرة إذ يصل إلى 5% من التيار الكلي المتولد في المنتج.



3- المولد المركب :

- يحتوي على مجموعتين من ملفات الأقطاب

نوع التوصيل	عدد اللفات	سماعة الموصلات	الوظيفة
على التوالي مع المنتج	قليل جداً	سميكة	إعطاء معظم الفيض المغناطيسي
على التوازي مع المنتج	كثيرة العدد	رفيعة	تعمل على تعويض الفولطية المفقودة

- يمكن اختيار مجموعتي الملفات بحيث تعطيان فولطية ثابتة تحت أحمال مختلفة .

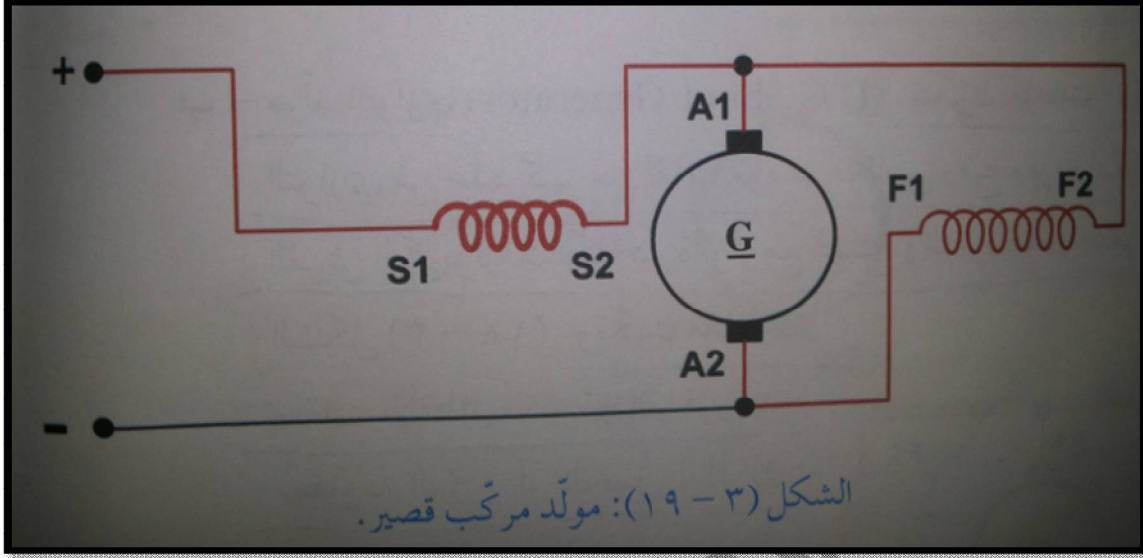
يقسم المولد المركب حسب طريقة توصيل مجموعتي الملف مع المنتج إلى:

1- مولد مركب قصير .

2- مولد مركب طويل .

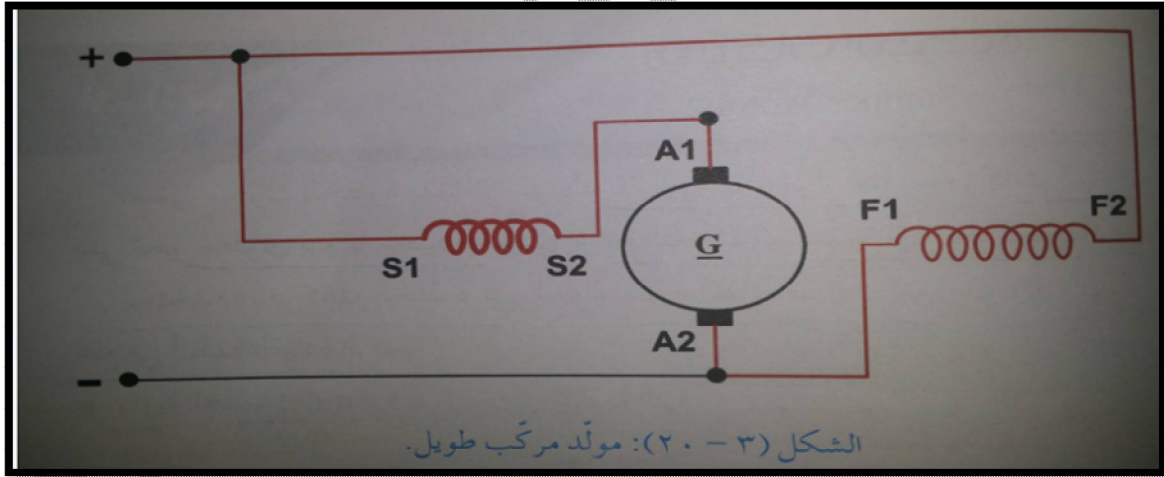
1- مولد مركب قصير: (صيفي 2014)

يوصل طرفا ملفات التوازي مع الفرش الكربونية ، توصل ملفات التوازي مع الحمل على التوالي.



2- مولد مركب طويل: (صيفي 2014)

توصل ملفات التوازي مع المنتج على التوالي ، توصل ملفات التوازي على التوالي مع المنتج و الحمل



يقسم المولد المركب حسب الأثر المغناطيسي في ملفات الأقطاب إلى :

1- مولد مركب تراكمي : توصل مجموعتا الملفات بحيث يكون الأثر المغناطيسي للتيار في ملف التوازي مساعداً للمغناطيسية المتولدة في ملفات التوازي .

2- مولد تراكمي فرقي : توصل مجموعتي الملفات بحيث يكون الأثر المغناطيسي للتيار في ملفات التوازي معاكساً للمغناطيسية المتولدة في ملفات التوازي.

سابعاً: محركات الخطوة

- سبب التسمية : لأنه لا يدور باستمرار بل على نحو خطوي بزواوية محددة حسب إشارة التحكم المستلمة من الحاكمت . (صيفي 2014)
- تستخدم محركات الخطوة في أنظمة القيادة الرقمية . (الحواسيب ، الطابعات ، الروبوت)
- (β - زاوية الخطوة : هي الزاوية التي يدورها المحرك لكل نبضة تحكم . (يرمز لها بالرمز
- حساب زاوية الخطوة :

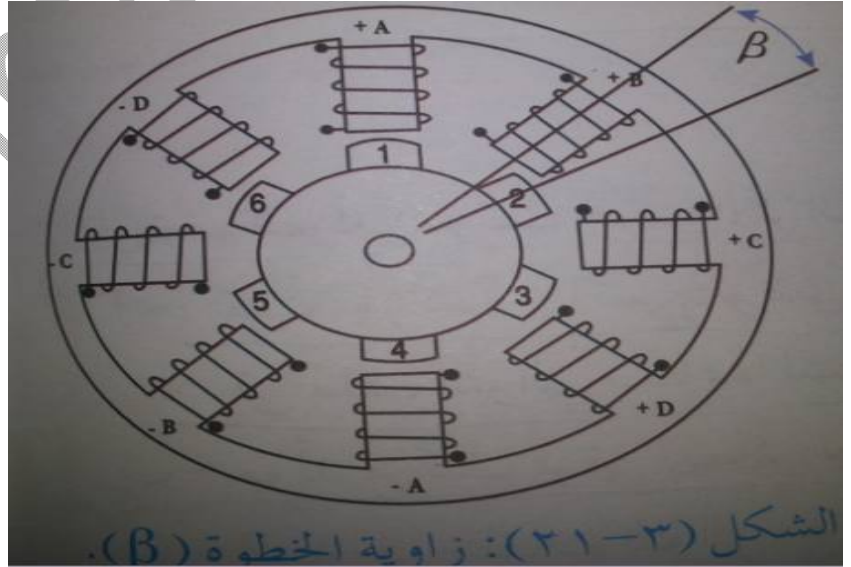
$$\beta = \frac{ns - nr}{ns * nr} * 360$$

عدد أقطاب العضو الساكن : nr عدد أسنان العضو الدوار : ns

- التوافق : هي عدد الخطوات اللازمة حتى يدور عمود دوران المحرك دورة واحدة .
- يمكن حساب التوافق حسب المعادلة الآتية :

$$\text{التوافق} = \frac{360}{\beta}$$

- من خلال الشكل الآتي جد: 1- زاوية الخطوة 2- التوافق



عدد الأسنان = 6 عدد أقطاب العضو الساكن = 8

$$\beta = \frac{8-6}{8*6} * 360 = 15$$

$$\text{التوافق} = \frac{360}{15} = 24$$

1- أنواع محركات الخطوة :

محرك الخطوة الهجينة	محرك الخطوة ذو المغناطيس الدائم	محركات الخطوة ذات الممانعة المغناطيسية الدائمة	
ملفات تشكل الأقطاب	ملفات تشكل الأقطاب	أقطاب على شكل ملفات	العضو الساكن
مجموعة أقطاب شمالية في الجزء الأمامي مجموعة أقطاب جنوبية في الجزء الخلفي	أقطاب مغناطيسية دائمة	لا يوجد فيه ملفات يتكون من مادة حديدية	العضو الدوار

2- مبدأ عمل محركات الخطوة :

- عند سريان التيار الكهربائي في ملفين متقابلين من ملفات العضو الساكن (a-a)

- سيتشكل في الملفين قطبان (شمالي - جنوبي) مما يؤدي إلى جذب أقطاب العضو الدوار

- عند فصل التيار عن (a-a) وتوصيل التيار الكهربائي في ملفين متقابلين من ملفات العضو الساكن

(b-b) سيتشكل في الملفين قطبان (شمال - جنوبي)

- سيحدث تجاذب بين أقطاب العضو الساكن و العضو الدوار

- سيدور العضو الدوار بزاوية مقدارها الإزاحة بين (a-a) (b-b)

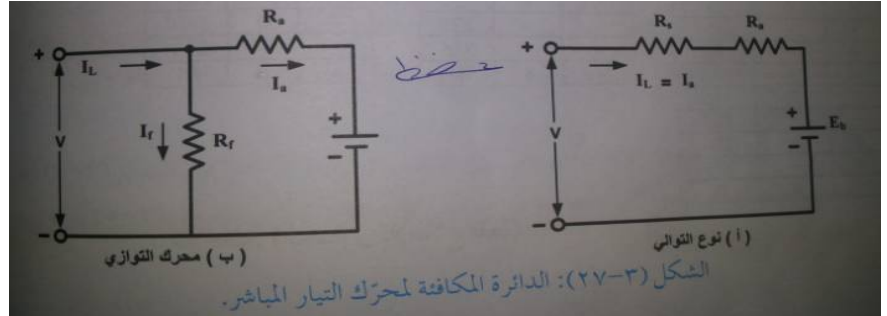
- عند تشغيل القطبين معاً سيتحرك العضو الدوار بمقدار نصف الخطوة الكاملة .

- عكس قطبية ملف يؤدي إلى تغيير اتجاه حركة العضو الدوار

ثامناً : طرائق بدء محركات التيار المباشر و إيقافها

س: علل : تستخدم لبدء تشغيل المحركات الكهربائية طرائق عدة :
لتقليل تيار البدء الذي يصل إلى أضعاف تيار الحمل الاسمي للمحرك .

مطالعة
ص 185+184



$$I_s = \frac{V}{R_s + R_a}$$

أ- الدارة المكافئة لمحرك تيار مباشر نوع توالي :
من خلال المعادلة نجد أن تيار البدء يتناسب عكسياً مع قيمة مقاومات الدارة أي سيقبل تيار البدء بزيادة المقاومة

$$I_s = \frac{V}{R_A}$$

ب- الدارة المكافئة لمحرك تيار مباشر نوع توازي:

من خلال المعادلة نجد أن تيار البدء سيكون كبيراً جداً إذا كانت قيمة مقاومة المنتج صغيرة

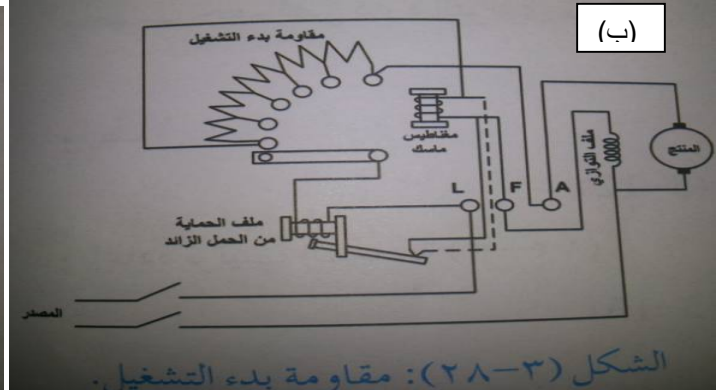
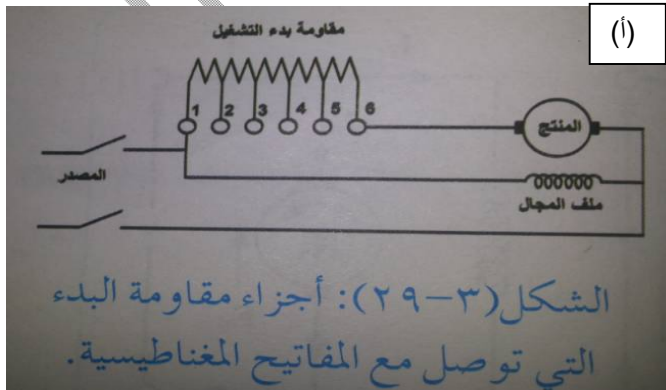
1- بادئ تشغيل محركات التوازي :

- علل: عند بدء أقلاع محرك التوازي يسحب المنتج تياراً كبيراً جداً قد يصل إلى 20 ضعفاً من تيار الحمل الاسمي : (عند بدء التشغيل تكون سرعة المحرك صفراً و القوة الدافعة العكسية تساوي صفراً).
- علل: عند تصميم محرك التيار المباشر نوع توازي يراعى إن تكون مقاومة المنتج صغيرة :
- 1- تقليل المفاقيد النحاسية في ملفاته 2- رفع كفاءات المحرك .

- الطرائق المستخدمة لتقليل تيار البدء :

أ- الطريقة الأولى : يتم إدخال مقاومة بدء التشغيل كاملة في البداية ويتم إخراجها يدوياً على نحو تدريجي منذ بداية التشغيل حتى وصول سرعة المحرك إلى سرعته الاسمية عند اللاحمل .

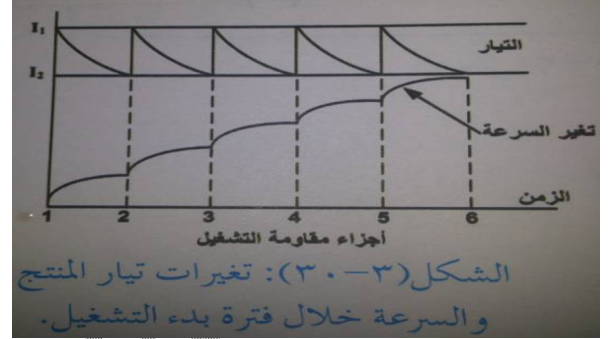
- يلاحظ من الشكل (أ) وجود مغناطيس ماسك لحماية المحرك، يعمل على إفلات ذراع المقاومة عند حدوث فتح في دارة ملفات الأقطاب أو ضعف التيار فيها .



ب- الطريقة الثانية :

- يتم وصل مقاومة بدء التشغيل و خروجها تدريجياً باستخدام المفاتيح المغناطيسية و مراحل التأخير الزمني . الشكل (ب) في الصفحة السابقة

- يوضح الشكل تغير تيار المنتج في فترة بدء التشغيل مع تغير قيمة مقاومة البدء، وتغير السرعة مع تغير قيمة المقاومة حتى الوصول إلى حالة الاستقرار، وخروج المقاومة من الدارة الكهربائية



2- إيقاف المحرك :

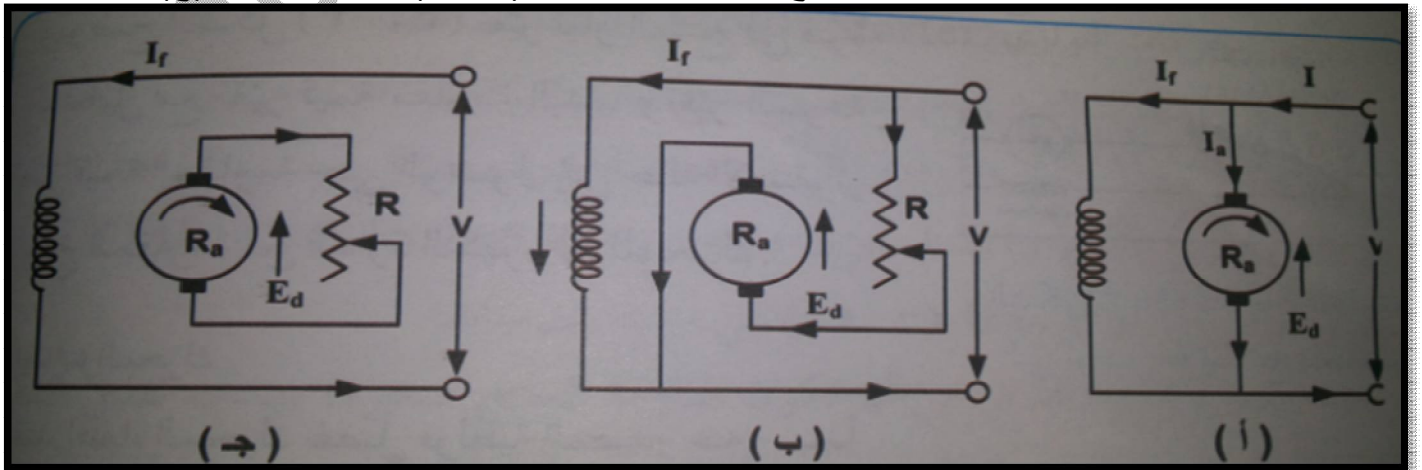
- زمن الإيقاف: هو الزمن اللازم حتى يتوقف المحرك تماماً عن الحركة

- يعتمد زمن الإيقاف على عزم القصور الذاتي للمنتج و المفاتيح الداخلية .

- لإيقاف المحرك على نحو سريع يستخدم عزم كبح عالٍ ومن الطرائق المستخدمة :

- إيقاف المحرك على نحو عادي من غير إضافة أي مقاومات (تحتاج هذه الطريقة إلى وقت) الشكل (أ)
- عكس أطراف المنتج بعد فصل مصدر الفولطية عن المحرك و إضافة مقاومة متغيرة توصل بالتوالي مع المنتج ، فينتج عزم كبح عالٍ.
- ثم أن عكس أطراف المنتج سيؤدي إلى عكس اتجاه الدوران عن الاتجاه الأصلي ، مم يبطئ من دوران المنتج على نحو كبير الشكل (ب)

ج- الكبح الديناميكي : تعتمد هذه الطريقة على فصل التيار الكهربائي عن المحرك ، وفصل أطراف المنتج ووصل مقاومة كبح صغيره على أطراف المنتج ، للإفادة من (ق.د.ك) العكسية المتولدة في المنتج ، وسريان التيار إلى المقاومة و الوصول السريع إلى قيمة الصفر لل (ق.د.ك) المتولدة. الشكل (ج)



تاسعاً : طرائق تنظيم سرعة محركات التيار المباشر

- تنظيم السرعة : التغير في سرعة المحرك ، بحيث يتم تخفيض حملة من الحمل الاسمي إلى صفر.
- تعطى بالعلاقة الآتية :

$$\% \text{ تنظيم السرعة} = \frac{n.l \text{ speed} - f.l \text{ speed}}{f.l \text{ speed}}$$

n . l speed: سرعة المحرك في حالة اللاحمل

F . l speed : سرعة المحرك في حالة الحمل الاسمي

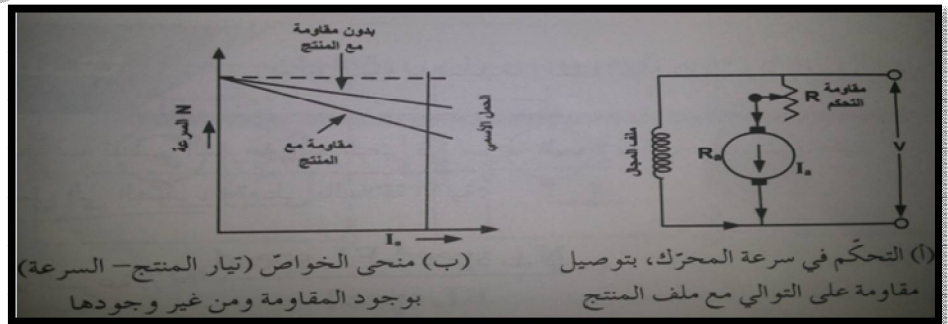
- سرعة المحرك تزيد بزيادة فولتية المصدر ، كما تزيد بنقصان تيار تغذية ملفات الأقطاب .
- طرائق التحكم في سرعة المحرك (n) :

- 1- تغيير مقاومة دائرة المنتج .
- 2- تغيير مجال الأقطاب ϕ بتغيير تيار الإثارة .
- 3- تغيير فولتية المصدر .

1- اذكر طرق التحكم في سرعة محركات التيار المباشر من نوع توازي ؟ (صيفي 2014)

أ- تغيير السرعة بواسطة تغيير مقاومة دارة المنتج :

- يتم التحكم في سرعة محرك التيار المباشر نوع توازي باستخدام مقاومة متغيرة توصل على التوالي مع المنتج . (في هذه الطريقة يمكن إنقاص سرعة المحرك فقط)
- أي زيادة في المقاومة المتغيرة سيؤدي إلى زيادة الفقد في الفولتية ، و بانخفاض الفولتية فان السرعة ستقل مع ثبات الفيض المغناطيسي لملفات الأقطاب .



عيوب هذه الطريقة :

- 1- تؤدي المقاومة المتغيرة إلى مفايد كهربائية كبيرة .
- 2- أي تغير في عزم الحمل سيؤدي إلى تغيير السرعة (غير مناسبة مع التغيرات السريعة للأحمال)
- 3- السرعة التي نحصل عليها باستخدام هذه الطريقة أقل من السرعة العادية للمحرك .

- حساب قيمة المقاومة المتغيرة :

$$\frac{n1}{n2} = \frac{e1}{e2}$$

سرعة دوران المنتج n: (ق.د.ك) e:

E2: (ق.د.ك) بعد إضافة المقاومة

سرعة دوران المنتج بعد إضافة المقاومة N2:

$$E1 = v - ia \cdot ra$$

- لحساب E1 :

$$E2 = v - ia(ra + r)$$

- لحساب E2 :

مثال (2-3) ص 191

$$V = 200$$

$$n1 = 1000$$

$$IA = 17.5A$$

$$RA = 0.4\Omega$$

$$N2 = 600$$

احسب قيمة المقاومة المتغيرة اللازم توصيلها على التوالي مع دائرة المنتج لخفض السرعة إلى (600) ؟

$$E1 = 200 - (17.5 \cdot 0.4) = 193v$$

$$\frac{1000}{600} = \frac{193}{e2}$$

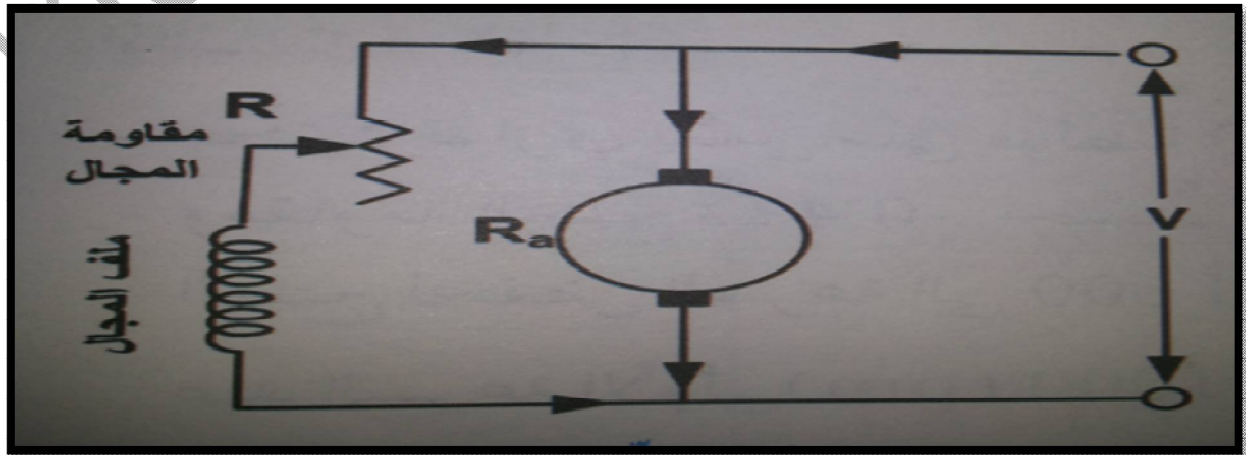
$$E2 = 115.8$$

$$E2 = v - ia(ra + r) \Rightarrow 115.8 = 200 - 17.5(0.4 + r)$$

$$200 - 115.8 = 17.5(0.4 + r) \Rightarrow 0.4 + r = \frac{200 - 115.8}{17.5} \Rightarrow 0.4 + r = 4.8 \Rightarrow \underline{R = 4.4 \Omega}$$

ب- تغيير السرعة بواسطة تغيير مجال الأقطاب Ø :

- كلما زاد الفيض المغناطيسي للأقطاب قلت سرعة المحرك.
- يتم تغيير الفيض المغناطيسي للأقطاب بإضافة مقاومة متغيرة على التوالي مع ملفات الأقطاب.
- من عيوب هذه الطريقة أن السرعة الناتجة أعلى من السرعة المراد إعطاؤها .
- أن زيادة المقاومة مع ملفات أقطاب التوازي سيقطل تيار تغذية الأقطاب ، من ثم سينقص الفيض المغناطيسي للأقطاب و تزداد السرعة .
- المثال (3-3) مهم مطالعة في الكتاب ص 192.

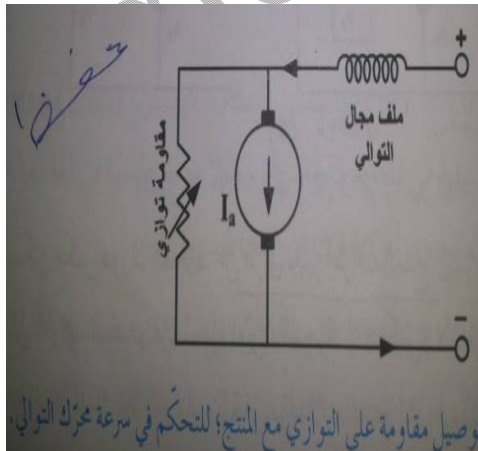


ج- تغيير السرعة بتغيير الفولطية :

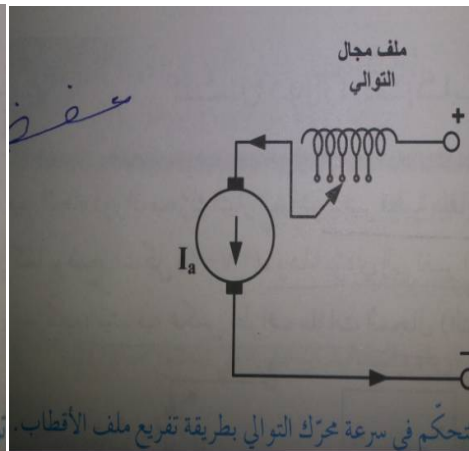
- تعتمد سرعة محرك التيار المباشر على مقدار الفولطية المغذية .(علاقة طردية)
- يتم التحكم في الفولطية بواسطة مقاومة متغيرة توصل على التوالي مع المحرك .
- كلما زادت المقاومة قلت الفولطية المغذية للمحرك ،ثم نقصت السرعة .
- **عيوب هذه الطريقة:** وجود مفايد القدرة الكهربائية (تظهر على شكل حرارة في المقاومة)
- من طرائق التحكم في فولطية المصدر استخدام مفاتيح القدرة الالكترونية (ترانزستور ، ثايرستور)
- مزايا هذه الطريقة :
- 1- لا تسبب مفايد إضافية في المحرك 2- أدق الطرائق السابقة

2- التحكم في سرعة محركات التيار المباشر نوع توالي :

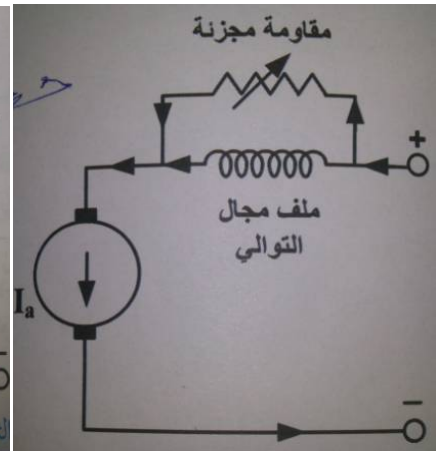
- طرق التحكم في سرعة محركات التوالي :
- 1- توصيل مقاومة مجزئة للمجال . 2- تفرغ ملفات الأقطاب . 3- وصل مقاومة على التوازي مع المنتج.
- 1- توصيل مقاومة مجزئة للمجال: (الشكل أ)
- توصيل المقاومة على التوازي مع ملف التوالي .
- بتغيير قيمة المقاومة يمكن خفض الفيض المغناطيسي ومن ثم رفع سرعة المحرك.
- 2- طريقة التحكم في تفرغ ملف الأقطاب : (الشكل ب)
- يكون ملف التوالي في هذه الطريقة مقسماً على مجموعة أجزاء
- يمكن اختيار ملف القطب كاملاً أو جزء منه ، وهذا يؤدي إلى الحصول على الفيض المغناطيسي كاملاً من ملفات الأقطاب أو أجزاء منه عن طريق مفتاح متعدد الأوضاع .
- 3- طريقة وصل مقاومة على التوازي مع المنتج : (الشكل ج)
- نحصل على سرعة أقل من السرعة العادية .
- (بزيادة تيار المنتج للمحافظة على ثبات العزم Φ - يزداد الفيض المغناطيسي)
- العزم يتناسب مع حاصل ضرب الفيض المغناطيسي بتيار المنتج وبذا يزداد التيار المسحوب من المصدر .



(ج)



(ب)

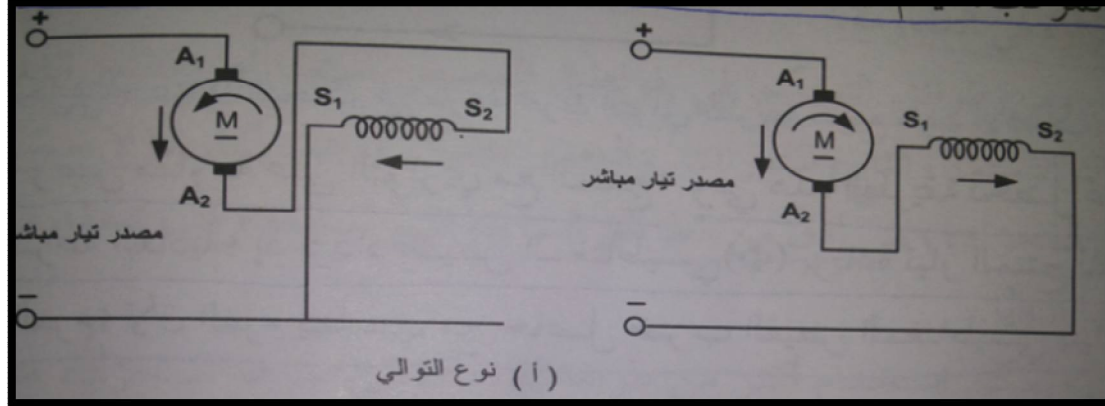


(أ)

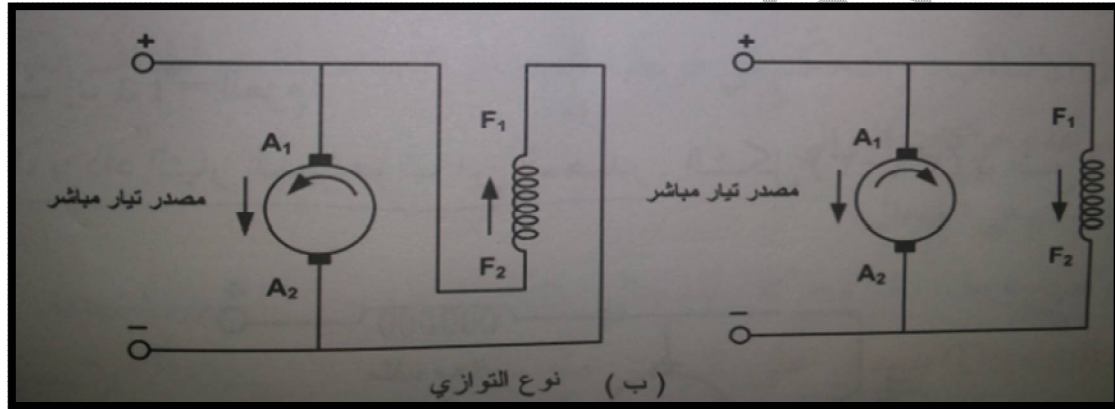
عاشراً: عكس دوران محركات التيار المباشر

- يمكن تغيير اتجاه دوران محرك التيار المباشر :

- 1- تغيير قطبية ملفات الأقطاب لمحركات التوالي أو التوازي .
- هذا يؤدي إلى تغيير اتجاه التيار في ملفات المجال .
- لعكس دوران المحرك المركب يتم عكس أطراف ملفات المجال (توالي و توازي) .

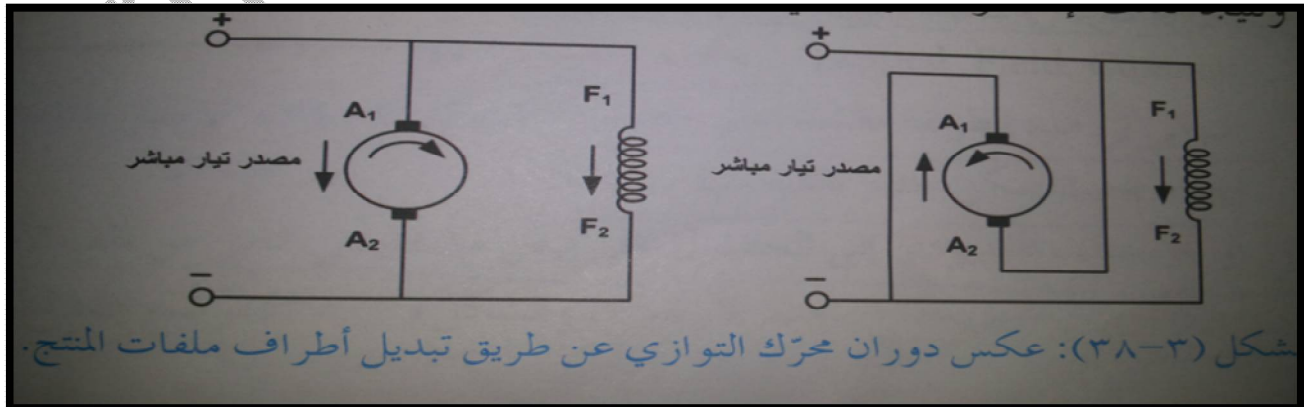


شتوي 2014



2- تغيير أطراف المنتج :

- في هذه الطريقة إذا تم تبديل أطراف المصدر فإن اتجاه دوران المحرك لا ينعكس .
لأن تيار المجال و تيار المنتج تم عكسهما ، نتيجة لذلك فإن القوة المؤثرة في موصلات المنتج تبقى في الاتجاه نفسه .



حادي عشر : المفاقد في آلات التيار المباشر

س: اذكر أنواع المفاقد في محركات التيار المباشر ؟ (شتوي 2014)

1- المفاقد النحاسية 2- المفاقد الحديدية 3- المفاقد الميكانيكية 4- المفاقد الشاردة

1- المفاقد النحاسية : (المفاقد الحرارية)

- المفاقد النحاسية في المنتج IA^2RA بينما تساوي في ملفات الأقطاب if^2rf

2- المفاقد الحديدية : (المفاقد المغناطيسية)

- هي المفاقد التي تنتج في القلب الحديدي للمنتج نتيجة وجود هذا القلب داخل المجال مغناطيسي. وسريان تيار دوامي بداخله .

- ينتج منها مفاقد تتناسب طردياً مع مربع تردد المجال المغناطيسي المتولد في المنتج ، الذي يعتمد على سرعة دوران المنتج ومربع كثافة المجال المغناطيسي .

- لتقليل هذه المفاقد: يصنع القلب الحديدي من شرائح حديدية رقيقة معزولة عن بعضها بمادة الورنيش

- المفاقد الهستيرية: هي المغناطيسية المتبقية في الحديد نتيجة مرور مجالات مغناطيسية في القلب الحديدي ، وتتناسب مع سرعة المنتج و مربع كثافة التدفق المغناطيسي.

- علل: المفاقد الحديدية ثابتة القيمة وخصوصاً في محركات التوازي و المركب :
لأن تيار المجال ثابت القيمة .

- المفاقد الحديدية تعادل (20-30%) من المفاقد الكلية .

3- المفاقد الميكانيكية :

- هي المفاقد بسبب الحركة ، أي مفاقد الاحتكاك ما بين المبدل و الفرش الكربونية ، و تتناسب مع سرعة الآلة ، و مفاقد الهواء الناتجة من مقاومة الهواء لدوران الآلة .

- المفاقد الميكانيكية قليلة و تعادل (10-20%) من المفاقد الكلية .

4 المفاقد الشاردة: مفاقد متفرقة ، و تعادل 1% من القدرة الكلية الخارجة للمحرك ، وعادةً تهمل هذه المفاقد الشاردة.

لحساب فاعلية المحرك نستخدم المعادلة الآتية :

$p_{in} - p_{total losses}$

$$\eta\% = \frac{p_{in}}{p_{in} - p_{total losses}} * 100\%$$

الفاعلية η : القدرة الخارجة p_{out}

p_{in} : القدرة الداخلة $p_{total losses}$: مجموع المفاقد

- مثال ص198 مهم جداً جداً

اثنا عشر: أعطال آلات التيار المباشر و كيفية إصلاحها

الآلة تدور، وتصدر في أثناء ذلك ضجيجاً عالياً

- خشونة سطح المبدل
- وجود قضبان عالية و منخفضة
- تآكل كراسي المحور

حدوث شرارة أثناء الدوران

- عدم التلامس الجيد بين الفرش و المبدل
- اتساخ المبدل
- فتح في بعض ملفات المبدل
- خطأ في قطبية أقطاب التوحيد
- قصر في الملفات
- قصر مع جسم الآلة
- عكس توصيل طرفي ملفات المنتج
- عدم وجود الفرش في الوضع السليم

المحرك لا يبدأ دورانه

- احتراق المصهر
- اتساخ الفرش او ارتخاء نابض الفرش مما يؤدي الى عدم اتصال الفرش بالمبدل
- فتح في ملفات الأقطاب
- قصر في ملفات الأقطاب
- تآكل في كراسي المحور
- تلامس حامل الفرش مع جسم الآلة
- زيادة الحمل
- قصر في المبدل

زيادة حرارة المحرك أثناء الدوران

- زيادة الحمل
- تآكل كراسي المحور
- قصر في الملفات
- زيادة ضغط الفرش أكثر من اللازم

زيادة سرعة الآلة عن السرعة الاسمية لة

- فتح في دائرة ملفات التوازي
- دوران آلة التوالي من غير حمل
- قصر في ملفات المجال
- تلامس بين الملفات و جسم المحرك

الآلة تدور ببطئ

- قصر ملفات الأقطاب
- قصر في المبدل
- تآكل كراسي المحور
- فتح ملفات المنتج
- الفرش الكربونية ليست في الوضع السليم
- زيادة الحمل
- خطأ في قيمة فولتية المنبع

ثالث عشر : المحرك العام

المحرك العام: هو المحرك الذي يعمل بالتيار المباشر أو المتناوب ، وهو يشبه في تركيبه محرك التيار المباشر نوع توالي - يمتاز المحرك العام بعزم بدء عالٍ .

يعمل و هو موصول مع الحمل ، حيث قد يصل إلى سرعات عالية جداً عند عمله من غير حمل.

- يصنع المحرك العام بقدرات أقل من حصان واحد ، وعلى نحو عام أقل من 500 واط

و بفولطية من (30-250) فولط ، عزم بدء (3-4) مرات من عزم الحمل الكامل .

1- مبدأ العمل:

يعتمد مبدأ عمل المحرك العام على القوى المتولدة ما بين المجالين المغناطيسيين الناتجين من ملفات الأقطاب الرئيسية و ملفات المنتج مولدة عزم دوران يدير المنتج.

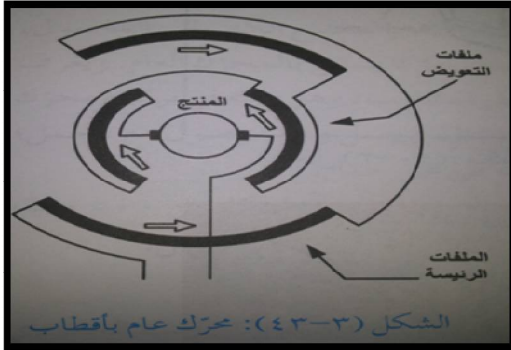
2- أنواع المحركات العامة :

أ: محرك من غير أقطاب تعويض :

- يكون القلب الحديدي للأقطاب الرئيسية ذا أقطاب بارزه . (حيث تتركب ملفات الأقطاب حوله)

- علل: يصنع القلب الحديدي للمحرك العام (الذي من غير أقطاب تعويض) من شرائح رقيقة من الحديد المغناطيسي معزولة عن بعضها : (لتقليل المفاقد الحديدية عند عمل المحرك على التيار المتناوب) .

- العضو الدوار يسمى بالمنتج ، فهو شبيه بالمنتج في محركات التيار المباشر ، ويحتوي على مبدل الذي يستخدم للمحركات منخفضة السرعة .



(أ)

ب- محرك أقطاب التعويض : الشكل (أ)

- يشبه العضو الساكن للمحرك العام العضو الساكن للمحركات الحثية أحادية الطور ذات الطور المشطور

- يتكون من مجموعتين من الملفات : ملفات الأقطاب الرئيسية و ملفات الأقطاب التعويضية

- بينهما زاوية كهربائية (90) درجة

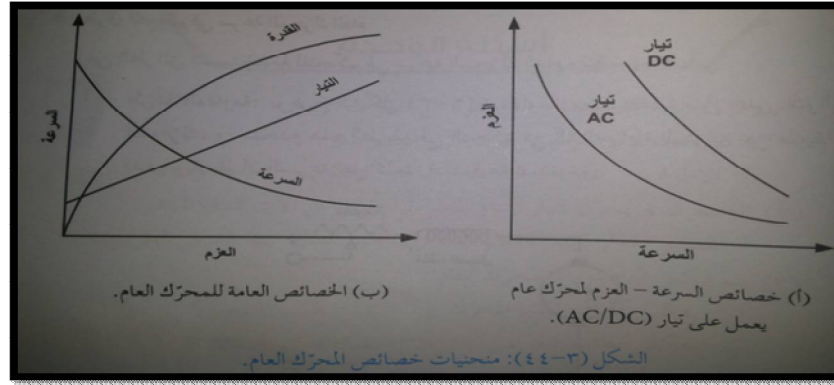
- الأقطاب التعويضية تستخدم لتقليل الشرر الذي ينتج بين الفرش و المبدل ، وخاصة عند عملة على التيار المتناوب و توجد هذه الأقطاب في المحركات عالية القدرة .

3- خصائص السرعة/ حمل:

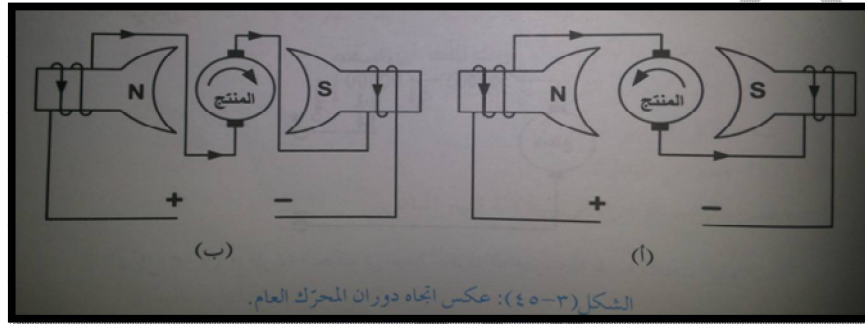
- سرعة المحرك العام عند عملة على التيار المتناوب أقل منها عند عملة على التيار المباشر.

- السرعة عالية جداً عند حالة اللاحمل ، تصل الى (20000د/د) ، وهذا عزم بدء عالٍ .

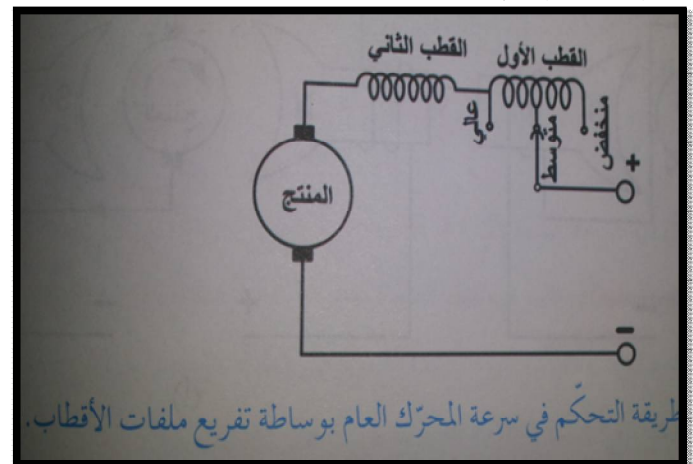
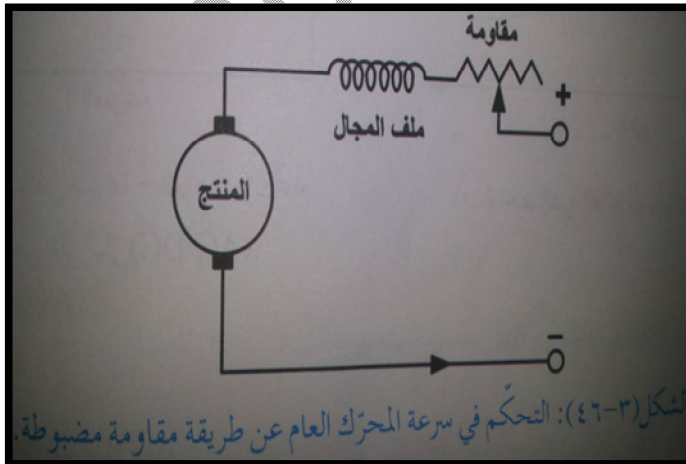
- تقل سرعت المحرك العام بزيادة الحمل.



- 4- عكس دوران المحرك العام :
- يعكس اتجاه دوران المحرك العام بعكس اتجاه التيار الذي يسري في المنتج أو ملفات الأقطاب.
 - الشائع استخدامه تغيير موقع الأسلاك على حوامل الفرش.



- 5- طرق التحكم في سرعة المحرك العام:
- س: أذكر اثنان من الطرائق المستخدمة للتحكم في سرعة المحرك العام ؟
- أ : طريقة المقاومة :
- تستخدم مقاومة مضبوطة توصل على التوالي مع المحرك للتحكم في سرعة المحرك .
 - تستخدم هذه الطريقة في التحكم في آلة الخياطة المنزلية عن طريق بدالة قدم .
 - السرعة تقل كلما زادت قيمة المقاومة .
- ب : طريقة تفريغ المجال:
- يحتوي أحد ملفات الأقطاب على مجموعة من التفريعات لتجزئة ملف الأقطاب
 - يتم التحكم في السرعة عن طريق تغيير المجال الرئيس.



بسم الله الرحمن الرحيم

نبذة عن مدرسة القابسي الثانوية الشاملة للبنين

تأسست عام 1985 و تشتمل على الفروع الآتية :
(الصناعي ، العلمي ، الأدبي ، الإدارة المعلوماتية ، الصحي)

سُميت بهذا الاسم نسبة إلى الإمام أبو الحسن القابسي

- **حياته :** هو الأمام الفقيه علي بن محمد بن خلف المعافري القيرواني القابسي المولود في السادس من رجب سنة 324 هـ (يقول القاضي عياض " ولم يكن أبو الحسن قابسياً ، وإنما كان له عمٌ يشدُّ عمامته مثل القابسيين ، فسمي بذلك فهو قيرواني الأصل " .

-: كان القابسي من كبار أئمة الفقه المالكي ، ومن أبرز الذين يعود إليهم الفضل في نشر المذهب المالكي في بلاد المغرب العربي ، وقد مارس التدريس في القيروان ، وأشتهر به ، و تخرج على يديه كبار العلماء في الفقه المالكي و الحديث .

- **وفاته :** توفي القابسي " رحمه الله تعالى " ليلة الثالث من شهر ربيع الآخر، سنة 403 هـ .

- تقع مدرسة القابسي في محافظة جرش و تخدم المناطق الآتية (ساكب ، الكتة ، نحله ، ريمون)

- قد أدار المدرسة منذ عام 1985م عددٌ من المدراء الكفاء المخلصون في عملهم .

- أستلم الإدارة عام 2012 الأستاذ : فؤاد محمد موسى المرازيق هو رمز للعطاء ، الإخلاص ، الصدق ، نجم يتلأأ في سماء التعليم.

- معلمو مدرسة القابسي من أمهر المدرسين وهم من ذوي الخبرة و تخرج على أيديهم عددٌ كبير من الطلبة المتفوقين .

محمد نهاد عياصرة